Wolfgang Stegmüller

# La concepción estructuralista de las teorías

Alianza Universidad

Alianza Universidad

Wolfgang Stegmüller

# La concepción estructuralista de las teorías

## Un posible análogo para la ciencia física del programa de Bourbaki

Versión española de
José Luis Zofío Ferrer

Alianza
Editorial

Título original:
*The Structuralist View of Theories.*
*A Possible Analogue of the Bourbaki Programme*
*in Physical Science, 1979*

© by Springer-Verlag Berlín Heidelberg 1979
© Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1981
Calle Milán, 38; ☎ 200 00 45
ISBN: 84-206-2292-3
Depósito legal: M. 6022-1981
Compuesto en Efca. Avda. Dr. Federico Rubio y Galí, 57
Impreso en Artes Gráficas Ibarra, S. A.
Printed in Spain

# INDICE

Prefacio ..... 9
Introducción ..... 11
1. El origen del enfoque estructuralista: el intento de P. Suppes de integrar la ciencia física en el programa de Bourbaki. La concepción no-enunciativa$_1$ ..... 13
2. Empirismo liberalizado, semántica informal y la ampliación del programa de Bourbaki («sneedificación») ..... 19
3. La fuerza de la *T*-teoricidad y el enfoque de Ramsey modificado. La concepción no-enunciativa$_2$ y la concepción no-enunciativa$_{2.5}$ ..... 27
4. Redes teóricas en vez de núcleos expandidos ..... 39
5. Pragmatización: la evolución de las teorías en las comunidades científicas ..... 45
6. Progreso, progreso ramificado, la pérdida de Kuhn y la racionalidad de la ciencia ..... 51
7. Sobre la importancia de la distinción entre filosofía general de la ciencia y especial. La concepción no-enunciativa$_3$ ..... 61
8. La interpretación de Kuhn y la retirada de objeciones contra él ..... 71
9. Holismo, subdeterminación de teorías y programas de investigación. Observaciones sobre W. V. Quine e I. Lakatos ..... 81

10. Algunos nuevos resultados adicionales ..... 87
11. Inconmensurabilidades ..... 91
12. Observaciones finales ..... 109
Apéndice formal ..... 117
Bibliografía ..... 129

# PREFACIO

El origen del presente texto fue mi intención de escribir una breve réplica a la detallada discusión de Feyerabend sobre mi libro *The Structure and Dynamics of Theories* (La estructura y dinámica de las teorías). Eso se convirtió en una empresa imposible por las razones explicadas en la Introducción. El resultado era un tratamiento nuevo y completo del enfoque estructuralista junto a un intento de ponerlo al día incluyendo una exposición de los últimos desarrollos.

En esa situación ni habría sido justo ni razonable por mi parte pedir a los editores de *The British Journal for the Philosophy of Science* que publicaran un texto cuya extensión excedía considerablemente la de un ensayo medio. Parecía aconsejable, por tanto, publicarlo por separado. Tengo una profunda deuda con Springer-Verlag por haber hecho posible tal publicación.

Desde la aparición del libro antes mencionado he aprendido mucho de las obras, en parte no publicadas, de los profesores Joseph D. Sneed y Carlos Ulises Moulines y del doctor Wolfgang Balzer. Deseo agradecer a mis colaboradores, los doctores Wolfgang Balzer y Matthias Varga von Kibed, y a mi alumno Michael Heidelberg sus muchas observaciones críticas y constructivas al primer borrador del manuscrito y, además, al doctor Balzer el haber recogido y organizado el material del apéndice formal. Por último, y no por ello menos importante, expreso mi caluroso agradecimiento a Mrs. Clara Seneca, Oldenburg, y a Mr. Roberto Minio, Springer-Verlag, por corregir mi forma de expresarme en inglés.

# INTRODUCCION

En *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 28, n.º 4 (dic. 1977), pp. 351-369, hay una discusión del Profesor P. Feyerabend sobre la edición alemana original de mi libro «The Structure and Dynamics of Theories» [52]. Mi primera intención fue escribir una breve réplica a esa recensión en la que deseaba responder a distintas cuestiones planteadas por Feyerabend, así como a algunas de sus objeciones. Ello resultó impracticable. Desde la publicación de [52] ha habido tantos desarrollos y, lo que es más importante, he descubierto en mi libro tantas malinterpretaciones, que pretender tratar todos esos aspectos en un breve comentario sobre la discusión de Feyerabend habría sido un intento vano.

Decidí, por consiguiente, ofrecer la presente exposición sistemática que, a pesar de las referencias ocasionales a [13] de Feyerabend, es, en principio, completa y da una sinopsis de las últimas concepciones, usando la menor cantidad posible de tecnicismos. Siendo así, me siento obligado a decir en esta introducción unas cuantas palabras sobre la recensión de Feyerabend. En conjunto, me parece que es una excelente discusión y no sólo porque presente clara, concisamente y de manera imparcial, aunque muy crítica, los principales aspectos de mis posiciones. Su mérito consiste para mí, sobre todo, en haber llamado mi atención sobre muchos defectos, lagunas y afirmaciones problemáticas de mi

libro. No puedo recordar ninguna ocasión en que haya sido más estimulado por observaciones críticas como en el caso de la presentación de Feyerabend. Fue ella la que me impulsó a escribir el texto que sigue a continuación. Sólo puedo esperar que su calidad se corresponda con la de su recensión.

Son tres las principales cuestiones sobre las que creo que debería corregirse o modificarse la exposición de Feyerabend.

(I) El enfoque estructuralista debe considerarse como *el esfuerzo por extender a la ciencia el programa de Bourbaki* más que como un intento de reconstruir las ideas de T. S. Kuhn. El hecho de que, con este enfoque, pueda darse cuenta de algunos aspectos de la filosofía de la ciencia de Kuhn o, al menos, hacerlos más plausibles, debe considerarse solamente como un efecto colateral.

(II) La expresión «concepción no-enunciativa» es ambigua. Trataré de eliminar diversas confusiones distinguiendo cuatro significados diferentes de ese término. Intentaré, además, mostrar que con respecto a los dos significados más importantes *el opuesto*, es decir, *la 'concepción enunciativa', no ofrece en absoluto ninguna alternativa viable* (ya que o está equivocada o sólo existe porque se desea creer en ella).

(III) No menos importante es la correcta valoración de la concepción de la teoricidad en Sneed y del enfoque de Ramsey modificado.

Intentaré aclarar esos puntos en los capítulos 1, 2, 3 y 7. En los capítulos 4, 5, 6, 9 y 10 informaré sobre nuevos desarrollos. En el capítulo 8 rectificaré algunas de mis objeciones a Kuhn, mencionadas por Feyerabend. En el capítulo 11 procuraré decir unas cuantas cosas nuevas sobre la cuestión de la 'inconmensurabilidad' (de la que nunca me he ocupado de forma sistemática en mis anteriores publicaciones).

Después de haber hablado de la necesidad de corregir la exposición de Feyerabend, me apresuro a poner de relieve que yo mismo me siento completamente responsable de las confusiones que parece que he creado, en parte por hacer un hincapié excesivo en la reconstrucción de Kuhn (debido a mi propia 'conversión'), en parte por no notar la ambigüedad de la «concepción no-enunciativa» y en parte por no presentar con la suficiente claridad el alcance del criterio de teoricidad de Sneed.

Las cuatro primeras secciones son las más importantes desde el punto de vista del enfoque estructuralista. Tras su estudio, el lector puede dirigirse a cualquiera de las secciones posteriores cuyo tema le interese.

# Capítulo 1

# EL ORIGEN DEL ENFOQUE ESTRUCTURALISTA: EL INTENTO DE P. SUPPES DE INTEGRAR LA CIENCIA FISICA EN EL PROGRAMA DE BOURBAKI[1] LA CONCEPCION NO-ENUNCIATIVA$_1$

La mayoría de los críticos de mi libro [52] parecen suponer que mi principal objetivo era ofrecer una versión corregida de la filosofía de la ciencia de T. S. Kuhn, una nueva 'reconstrucción de Kuhn' por así decirlo. Tal supuesto no es ni histórica ni sistemáticamente correcto[2]. Se hace necesario decir algo para aclararlo y no sólo desde el punto de vista

[1] Se recomienda a los lectores interesados en más detalles de los mencionados en ésta y la próxima sección que lean [33] de Moulines y Sneed.

[2] Añadir unas cuantas palabras de género parcialmente autobiográfico puede contribuir a aclarar esto. Por lo que se refiere a mi [52], debe contemplarse en el contexto de todo el volumen II del cual es sólo la segunda parte. En el último capítulo del volumen de la primera parte intenté ofrecer una extensa exposición de la sentencia de Ramsey de una teoría y sus interpretaciones usuales. Inmediatamente después de la publicación supe por casualidad que 'un joven' de Stanford, llamado Sneed, había escrito una tesis que contenía modificaciones y mejoras del método de Ramsey. *Sólo a causa de mi interés por el método de Ramsey* comencé a estudiar el manuscrito de Sneed que recibí poco antes de que fuera publicado como [47]. Durante bastante tiempo consideré la obra de Sneed exclusivamente como una continuación de la obra de Ramsey a la que daba una nueva interpretación. No se me ocurrió en absoluto nada semejante a una nueva interpretación de Kuhn.

El objetivo del propio Sneed en [47] no era *ni* dar una interpretación de Kuhn *ni*, como en un principio creí erróneamente, mejorar el método de Ramsey. Su interés principal se centraba en el problema de cómo una teoría física, cuya estructura matemática ha sido descrita axiomáticamente de acuerdo con el procedimiento de Suppes, podía transformarse en una *'teoría empírica real'*. La modificación del método de Ramsey sólo se introdujo como un medio de resolver *un problema particular*, a saber, 'el problema de los términos teóricos' que surgía en el curso de la obra; vid. cap. 2 y el artículo mencionado en la nota previa.

del estructuralismo como empresa puramente sistemática. Me parece que también debería ser bien acogido desde la perspectiva de la filosofía de Kuhn. Tengo la convicción, y espero que el profesor Kuhn la compartirá, de que si se crea la impresión de que se obliga a la filosofía de Kuhn a encajar en un nuevo formalismo inventado, por así decirlo, con el propósito de darle una justificación tardía, ello irá en detrimento de las opiniones filosóficas mantenidas por Kuhn.

Mencionaré ahora una distinción de cuya significación tardé en percatarme, la distinción entre *filosofía general de la ciencia* y *filosofía especial de la ciencia*. Pospondré su discusión detallada hasta el capítulo 7, donde trataré de explicar su importancia. Baste decir por el momento que la filosofía especial de la ciencia, en el sentido en que usaré ese término, se ocupa siempre de teorías científicas *particulares*.

Esta distinción refleja la aparición de dos tendencias diferentes en la filosofía de la ciencia que pretenden tanto una como otra obtener reconstrucciones racionales sistemáticas. Para conseguir una cierta sensación de vivacidad llamaré al procedimiento abogado por la primera escuela el *enfoque de Carnap* y al método recomendado por la segunda escuela el *enfoque de Suppes*. En ambos casos el primer paso de la reconstrucción racional con respecto a una teoría física particular, consiste en una axiomatización que trata de poner al descubierto la estructura matemática de la teoría en cuestión; hay, sin embargo, una diferencia fundamental en la forma en que se realiza esa tarea.

Según el enfoque de Carnap la teoría ha de axiomatizarse dentro de un lenguaje formal. Carnap tenía la firme convicción de que sólo los lenguajes formales podían ofrecer las herramientas adecuadas para conseguir la precisión deseada. En consecuencia, se pospone la preocupación por las teorías empíricas reales hasta la resolución de este primer problema: cómo formular la teoría dada en un lenguaje artificial descrito con precisión. Por esa razón podríamos también llamarle el *enfoque del lenguaje formal*.

El enfoque de Suppes es enteramente distinto. Al igual que Bourbaki, y a diferencia de Carnap, Suppes sólo usa la *lógica informal* y la *teoría de conjuntos informal* para conseguir la axiomatización. De acuerdo con ese planteamiento, él y sus colaboradores fueron capaces de mostrar que las teorías físicas reales podían ser axiomatizadas de forma precisa *sin recurrir a lenguajes formales*. A partir de ahora presupondré que tanto él como sus colaboradores tuvieron, en gran medida, éxito en su empresa. Además, supondré conocido que sus axiomatizaciones son muy superiores a intentos anteriores por lo que respecta a su claridad y precisión[3].

Hace ahora más de veinte años que Suppes adelantó la propuesta de

[3] Vid. la discusión en Moulines y Sneed, [33], sec. 1.



que los filósofos de la ciencia deberían usar métodos conjuntistas en lugar de metamatemáticos. Con ella comenzó a poner los fundamentos de lo que llamaré *concepción estructuralista*. La expresión «concepción enunciativa», al contrario, no denota una tesis claramente definida, sino que designa una familia de conceptos. Como este hecho ha creado algo de confusión, trataré de diferenciar entre algunos de sus usos y resultará de ello que la expresión tiene tres o cuatro importantes y distintos significados.

Con *concepción enunciativa*$_1$ (*c.e.*$_1$) sólo me referiré al enfoque de Carnap o del lenguaje formal y por *c. no-e.*$_1$ me referiré al enfoque estructuralista. Paso a formular una tesis fundamental:

**Tesis 1:** *Llevar a cabo el programa sugerido por la concepción enunciativa*$_1$ *no es humanamente posible. C.e.*$_1$ *no es, por tanto, una alternativa realista frente a la concepción estructuralista. Todo el que compare las ventajas y desventajas de c. no-e.*$_1$ *y c.e.*$_1$ *contrapesa algo que existe con algo que ni existe ni, en un futuro previsible, existirá.*

No hace falta ser un seguidor convencido del escepticismo de Quine con respecto a los mundos posibles para diferenciar entre posibilidades lógicas y *realistas*. La reconstrucción de las teorías físicas dentro del marco de *c.e.*$_1$ será durante mucho, mucho tiempo, sólo una posibilidad lógica, pero no realista. Por consiguiente, los que se adhieren a *c.e.*$_1$ se ven obligados a usar ejemplos simples y ficticios en lugar de casos concretos de la ciencia real.

Ilustremos esto con un ejemplo tomado de la matemática. Mientras el método de Bourbaki se considera aquí como la contrapartida del enfoque de Suppes, la metamatemática correspondería al de Carnap. Esto no supone negar el extraordinario progreso experimentado por la metamatemática en las últimas décadas. Supongamos, no obstante, que Bourbaki hubiera decidido[4] usar como lenguaje universal de la matemática la *teoría de conjuntos formalizada* en vez de la *teoría de conjuntos informal* en su intento de reconstruir la matemática moderna en términos precisos. Los volúmenes Bourbaki se parecerían entonces, por ejemplo, al último capítulo de *Mathematical Logic* (Lógica Matemática) de Shoenfield. Me temo que los volúmenes no existirían, al menos no todavía, pues en lugar de haber publicado más de veinte volúmenes, Bourbaki estaría aún trabajando en el primero.

Al rechazar el enfoque de Carnap parece que me uno a aquellos que siempre mantuvieron que el principal error de Carnap consistió en sobreestimar el poder de la lógica moderna. Sin embargo y por supuesto, eso es un disparate. Uno de los grandes e incontestables méritos filo-

[4] Aquí y en otros lugares considero que Bourbaki es *una sola* persona, confiando en la veracidad de su afirmación en la primera nota a pie de página del vol. 1, donde nos informa que es «un miembro de la Academia de Ciencias de Nancago».

sóficos de Carnap fue haber reconocido muy pronto la importancia de la lógica moderna como instrumento irreemplazable para muchos de los proyectos analíticos. Si él juzgó algo inadecuadamente, no fue la lógica moderna sino nuestras *capacidades humanas* para manejar esa poderosa herramienta.

Por lo que yo sé, sólo existe un número extraordinariamente pequeño de artículos que tratan de teorías físicas reales dentro de un lenguaje formalizado. Uno de ellos es un trabajo de Richard Montague[5]. Se reconoce generalmente que Montague era un lógico extraordinario con cuya capacidad intelectual y habilidad técnica muy pocos de los actuales filósofos de la ciencia, si es que hay alguno, pueden competir. Al comparar ese artículo de Montague con otro análogo del enfoque de Suppes se percibe rápidamente una diferencia esencial. Al menos, se la reconoce bajo el supuesto de que en este último la investigación propuesta es realizada por una persona que es un experto en el campo en cuestión y que, además, está suficientemente familiarizado con la teoría informal de conjuntos, pero que no es un prodigio del tipo de Montague. *Es la diferencia que hay entre unos pocos años y unas pocas semanas* (o quizá *tardes) de trabajo.*

Así, la diferencia es puramente práctica o psicológica. Si un defensor de $c.e._1$ comienza diciendo algo parecido a esto: «Supongamos que $L$ es un lenguaje de primer orden en el que se axiomatiza la teoría física $T$...», y un examen atento revela que $T$ es una teoría compleja cuya parte matemática hace uso del análisis tensorial, de ecuaciones diferenciales parciales o, incluso, sólo de la teoría de matrices, entonces podemos preguntarnos de nuevo: ¿en qué lugar de la tierra se encuentran las teorías formalizadas que contienen esas ramas de la matemática? Nadie lo sabe. Simplemente no existen, al igual que no existe *reformulada a la Shoenfield* la mayor parte del material de los volúmenes Bourbaki.

Las ventajas del enfoque de Suppes han de ser consideradas, en primer lugar y sobre todo, desde este punto de vista práctico-psicológico. «Uno de los mayores méritos de la obra de Suppes es haber demostrado por medio de ejemplos que la axiomatización conjuntista informal es —al menos para algunas clases de cuestiones acerca de las teorías físicas— una fecunda alternativa a la axiomatización en lenguajes formales. La obsesión por construir sistemas axiomáticos formales parece explicar gran parte del distanciamiento de la filosofía de la ciencia actual. La obra de Suppes nos libera de esa obsesión al demostrar que alejarse del método de la axiomatización formal no implica caer en el oscurantismo»[6].

Algunos lectores que aún puedan sentirse escépticos, se preguntarán qué supuesto empírico deben hacer para defender la concepción semántica en su primer sentido, destruyendo con ello la Tesis 1. Para formular la respuesta introduzcamos primero dos predicados. El predicado «Super-Montague» se aplicará a todos los filósofos que, sin considerables esfuerzos, puedan formular la totalidad de la matemática moderna, tal y como la representa Bourbaki, en lenguajes formalizados. Por un «Super-Super-Montague» entenderemos cualquier filósofo, hombre o mujer, que sea capaz, además, de traducir todas las teorías físicas modernas, incluidas la teoría general de la relatividad y la física cuántica, a lenguajes formales y hacer de ellas el objeto de sus estudios. (A semejanza del metamatemático, él o ella investiga la física matemática redactada al estilo Shoenfield.)

Ahora podemos formular el supuesto empírico:

(1) Entre los filósofos de la ciencia no sólo hay muchos de ellos con un nivel intelectual comparable al de Montague. Encontramos entre ellos, incluso, un número suficiente de Super-Montagues y Super-Super-Montagues que son capaces de presentar toda la física matemática moderna dentro del enfoque de Carnap.

Aún no he encontrado evidencia en favor de la afirmación (1). Si alguien objetara que, en su opinión, para un Montague sería «una trivialidad en principio (aunque quizá no de hecho)» el convertirse en un Super-Montague, yo respondería que en donde se hace énfasis es en mi afirmación de la *no existencia de* un *Super-Super-Montague* en la actual filosofía de la ciencia.

El posible escepticismo del lector puede tener un origen bastante diferente al que acabamos de discutir, puede no entender, en particular, *por qué la preferencia dada al enfoque de Suppes conduce a un punto de vista estructuralista.* Es indudable que eso todavía no se ha mostrado. En la próxima sección intentaré exponer que el tipo de suplemento añadido por Sneed al programa de Suppes conduce necesariamente a la concepción estructuralista de las teorías. Sin esa extensión ni siquiera estaría justificado hablar de un *análogo* del programa de Bourbaki. Sólo podríamos hablar, quizá, de una integración en el programa de Bourbaki. En realidad, Suppes y sus colaboradores se limitaron a precisar el *aspecto puramente matemático* de las teorías físicas. Las estructuras descubiertas en el curso de esas investigaciones no son, en principio, de naturaleza diferente a las estructuras matemáticas en el sentido usual como, por ejemplo, las estructuras del álgebra o de la topología. La teoría de conjuntos informal puede usarse igualmente bien tanto para definir el predicado «es un grupo» como para definir el predicado «es una mecánica de partículas clásica».

Con ello llegamos a la cuestión fundamental de qué es lo que distingue una *teoría de la física matemática* de una mera *teoría matemática.* Ello será el tema principal del próximo capítulo.

[5] Vid. [28a]. Otro autor que debe ser mencionado aquí es Aldo Bressan; vid., por ejemplo, sus aplicaciones de la lógica (de tipos) modal a los sistemas físicos en [6].

[6] Moulines-Sneed,[33], pág. 66.

Capítulo 2

# EMPIRISMO LIBERALIZADO, SEMANTICA INFORMAL Y LA AMPLIACION DEL PROGRAMA DE BOURBAKI («SNEEDIFICACION»)

En ocasiones, revelar las dificultades que impiden una comprensión adecuada facilita la evaluación de una tendencia filosófica nueva. Tratemos, así, de hallar las razones que dificultan la comprensión del procedimiento de Sneed.

Tomamos como punto de partida lo que constituyó el centro del capítulo 1: la filosofía de la ciencia de Suppes, pero incluyendo también esta vez sus opiniones sobre el papel de la *experiencia*. Intentaré explicar primero la forma extremadamente liberal de empirismo defendida por Suppes. Como veremos, es incluso *excesivamente liberal* para muchos de los filósofos que nunca se considerarían a sí mismos empiristas ortodoxos. En un segundo paso, trataré de mostrar que la crítica de Sneed[1] a la filosofía de la ciencia de Suppes, parcialmente explícita pero implícita en su mayor parte, va exactamente en la dirección opuesta a la de la crítica potencial de un empirista. Dicho brevemente y considerado desde el punto de vista de Sneed, el empirismo de Suppes es aún *demasiado estricto*, excesivamente estricto en cierto aspecto. Creo que si entendemos correctamente esta novísima e imprevista liberalización del empirismo, hemos localizado el punto desde el que podemos obtener una

[1] Por cuanto me refiero al artículo común de Moulines y Sneed [33], debo decir más exactamente: «la crítica de Sneed y Moulines».

comprensión adecuada de la obra de Sneed. Según él, el empirismo y operacionalismo tan liberales de Suppes han de ser reemplazados por algo diferente, es decir, por lo que denominaré *semántica informal* (o *teoría informal de modelos*) de las teorías físicas.

Aquello que interesa primordialmente a Suppes de cada teoría física particular no tiene en sí mismo nada que ver con la cuestión del empirismo. Lo que él pretende es una clarificación de la estructura matemática interna de una teoría física que presente los más altos niveles de precisión matemática. Al mismo tiempo, en la prosecución de tal objetivo no entra en consideración la cuestión de cómo se relacionan las teorías con las entidades extrateóricas, esto es, con el 'mundo exterior', a las que esa teoría pretende aplicarse. Conjuntamente tomados, esos dos aspectos justifican la afirmación expresada al final del capítulo 1 de que el enfoque de Suppes integra las teorías de la física matemática en el programa de Bourbaki.

No obstante, no decir nada más que esto daría una descripción excesivamente restringida de la filosofía de la ciencia de Suppes. También se *ha* ocupado del aspecto referente a la aplicación pero sólo en un contexto especial, en concreto dentro de la teoría de la medida. Se *podría* calificar a Suppes de seguidor del operacionalismo. Esto, sin embargo, no debería hacerse sin cualificaciones, pues el operacionalismo que defiende es mucho más liberal y esencialmente más elaborado que la posición de los primeros operacionalistas y empiristas lógicos[2]. Intentaré dar un breve resumen intuitivo.

Todas las teorías físicas interesantes incorporan conceptos cuantitativos, es decir, funciones. Los valores de esas funciones se obtienen por medio de cálculos basados en funciones que aparecen en *otras y más elementales* teorías físicas. Al final, debemos llegar a un punto en el que ciertos conceptos cuantitativos entran en conexión directa con conceptos cualitativos. De acuerdo con los empiristas esa conexión es descrita por las 'definiciones coordinadoras', las 'reglas de correspondencia' o los 'postulados de significado'. *Para Suppes ese papel es representado por las teorías de la medida fundamental.* Dado que por lo general tales teorías son ignoradas por los físicos, considera que una de las tareas de los filósofos es la de formular las teorías de la medida que las exposiciones usuales de las teorías físicas contienen implícitamente. Sólo ahí se alcanza el punto en donde la teoría 'toca' la realidad: los experimentos, operaciones y observaciones se refieren a las extensiones de las relaciones *cualitativas* que subyacen a las estructuras cuantitativas. Moulines y Sneed caracterizan la diferencia esencial entre el empirismo y operacionalismo tradicionales, por un lado, y el método de Suppes, por otro, de esta

[2] Para los detalles epistemológicamente relevantes vid. Moulines y Sneed, [33], partes III y IV.



forma: mientras que esas teorías anteriores introducían los conceptos cuantitativos a través de una relación *intra*-teórica como, por ejemplo, en el caso de las reglas de correspondencia, Suppes explica un concepto cuantitativo por medio de una relación *inter*-teórica. A diferencia de todas las teorías anteriores, la suya es una teoría a dos niveles que siempre hace referencia a dos partes: una teoría a nivel superior, que contiene el concepto cuantitativo, y una teoría a nivel inferior que describe axiomáticamente ciertas operaciones y relaciones. La forma precisa de la conexión entre el concepto cuantitativo de la teoría de nivel superior y su correspondiente teoría cualitativa se establece por medio de un *teorema de representación*. En tal teorema se demuestra la *unicidad* y *existencia* del concepto cuantitativo, que debe satisfacer algunas condiciones formuladas en la teoría del nivel superior. La satisfacibilidad en un dominio dado de los axiomas de la teoría cualitativa aparece, así, como una premisa de la derivación.

Si se desea llamar a esto operacionalismo, será presumiblemente por la siguiente razón: según esta teoría, toda la información que podamos obtener del concepto cuantitativo ya puede ser obtenida de los supuestos hechos sobre los conceptos no-métricos que subyacen a la teoría cualitativa. No tenemos necesidad de entrar a discutir las objeciones potenciales de un empirista que sostenga que esta forma de empirismo es excesivamente moderada y demasiado liberal. Lo que nos interesa en el presente contexto es el hecho de que, muy sorprendentemente, Sneed encuentra que esa forma de operacionalismo, al menos como explicación general de los conceptos cuantitativos de la ciencia, no es demasiado liberal, sino *demasiado conservadora*. Y eso implica que para él una variante del empirismo basada en tales ideas debe ser rechazada por *demasiado estricta*. ¿Por qué ocurre esto?

La razón principal no puede ser explicada de una forma muy simple; por tanto, pospondré esa explicación hasta el capítulo 3. Para decirlo muy brevemente, se sigue de la *concepción de los términos teóricos* de Sneed. Según Sneed y a diferencia de la noción común, la diferencia entre lo teórico y lo no-teórico no coincide con la dicotomía observacional—no-observacional. Además, la primera dicotomía no puede ser explicada haciendo referencia a sublenguajes del lenguaje de la ciencia, pues la teoricidad siempre debe *ser relativizada no a un lenguaje, sino a una teoría física*. Por consiguiente, la denotación exacta no es «teórico», sino «*T*-teórico».

El concepto relativo-a-una-teoría de teoricidad es el primer intento de dar una respuesta adecuada a lo que en otro lugar he descrito como el 'desafío de Putnam'[3]. Pero ahora estamos interesados en la relación de la nueva concepción de teoricidad con las opiniones de Suppes sobre la

[3] [52], cap. 1.2, págs. 26 y ss.

medida fundamental. Puede ser descrita brevemente como sigue: si Sneed está en lo cierto, entonces la exigencia de Suppes de demostrar un teorema de representación para todos los conceptos cuantitativos introducidos por medida fundamental ha de ser abandonada en lo referente a los conceptos T-teóricos. Y esto, a su vez, significa que debe abandonarse el empirismo implícito en la exigencia de tal teorema y dar paso a una actitud aún más liberal. Esto no sólo tiene consecuencias filosóficas, ya que afecta a muchas de las modernas investigaciones sobre medida, entre ellas el bien conocido libro de Krantz *et al.* [19]: con respecto a una teoría física dada $T$, la mayoría de los resultados citados allí sólo valen para los conceptos no-$T$-teóricos. Los conceptos $T$-teóricos guardan una conexión mucho más indirecta y libre con la 'realidad empírica'.

Quizá pudiera llamarse a la diferencia entre conceptos teóricos y no-teóricos una diferencia *semántica* —no en el sentido de una semántica puramente referencial a la Tarski: habría una analogía mucho más estrecha con Wittgenstein por cuanto la dicotomía se basa en una diferencia de *uso*[4]. La analogía, sin embargo, ha de manejarse con gran cuidado, pues la noción de Sneed es más compleja que la de Wittgenstein en un aspecto esencial. Mientras Wittgenstein intenta reducir ciertas cuestiones sobre el significado de un término al *uso de ese término*, lo que cuenta para Sneed al considerar la teoricidad es *el uso de las leyes generales y especiales en las que aparece el término*. A causa de la complejidad y dificultad de este tema analizaremos la nueva concepción en la próxima sección, tal y como antes mencionamos.

Para una mejor comprensión de cómo las consideraciones de Sneed pertenecen a la semántica, volvamos por un momento a la descripción del enfoque de Suppes dada al comienzo de esta sección. Observamos entonces que su finalidad al axiomatizar una teoría física era la aclaración de la estructura *interna* de la teoría cumpliendo las modernas exigencias de rigor matemático. A diferencia de otras muchas axiomatizaciones, las del enfoque de Suppes se distinguen por no estar filosóficamente sesgadas. Sin embargo, si dejamos a un lado los logros esperados de una teoría de la medida fundamental, la autolimitación ascética al aspecto matemático presenta un gran defecto filosófico: *queda fuera de consideración la relación entre la teoría física y algo 'exterior' a ella misma*. Por otra parte, *la característica principal de Sneed tiene que ver precisamente con las relaciones entre las estructuras, descritas matemáticamente, de las teorías y las 'entidades exteriores' que no son, por su parte, teorías*.

Recordemos el hecho de que Suppes usa la teoría informal de conjuntos. (Si él *construyera* sus axiomatizaciones dentro de lenguajes formales, sus estudios deberían describirse como *sintácticos*, usando tal palabra en el sentido de Carnap. Y todas las investigaciones de las relaciones de las estructuras caracterizadas sintácticamente con sus modelos serían consideradas como *semántica referencial*.) Ya que en las investigaciones de Suppes las estructuras conjuntistas informales ocupan el lugar de las estructuras sintácticas, parece natural entender que las investigaciones de Sneed sobre las relaciones entre tales estructuras y los 'modelos del mundo real' pertenecen a la *semántica informal* de las teorías físicas axiomatizadas por medio de la teoría de conjuntos.

[4] Vid. la siguiente cita de Moulines-Sneed: «No se necesita ser un wittgensteiniano ortodoxo para reconocer que algunas cuestiones sobre el significado pueden ser iluminadas por la consideración del *uso* de los conceptos en cuestión», [33], pág. 78.



Para entender este tipo de 'semántica física' no debemos guiarnos demasiado por nuestra descripción de la semántica formal de Tarski. Hay algunas diferencias fundamentales. Suele suceder, además, que la frontera entre la semántica física y la *pragmática* es fluida. Me parece, no obstante, que esto, más que una desventaja, es una ventaja filosófica porque abre las puertas a una pragmática sistemática, disciplina de urgente necesidad (vid. capítulo 4). En todo caso no debe olvidarse que, para Sneed, la comprensión física supone mucho más que 'fijar la referencia de los conceptos físicos'.

La primera diferencia importante con respecto a la semántica formal es la no existencia de algo análogo a un *'universo del discurso'*, universo del discurso que sería algo así como 'una gran aplicación' de la teoría formal en la que estamos interesados. El mejor modo de descubrir la aplicación de una teoría física no es fijarse en las observaciones dispersas en una exposición de la teoría —observaciones que frecuentemente pretenden que la teoría tiene una aplicación 'cósmica' omniabarcadora. Debemos mirar, más bien, los ejemplos del autor (dados a menudo en forma de ejercicios). Pronto llegará a ser obvio que una teoría física tiene *innumerables aplicaciones propuestas*. La clase de esas aplicaciones propuestas se denomina $I$ en [47] y [52]. Esa clase no está rigurosamente circunscrita sino que, en gran medida, es un conjunto *abierto*[5]. Además, en la mayoría de los casos $I$ está anclada en un subconjunto paradigmático $I_0$ que continúa siendo parte de las aplicaciones propuestas de la teoría durante toda su historia[6]. Newton, por ejemplo, dio la siguiente lista de ejemplos paradigmáticos de la mecánica de partículas clásica: el sistema solar; distintos subsistemas de éste último, como la tierra-luna o Júpiter y sus lunas; varios cometas; los movimientos del péndulo; cuerpos en caída libre en las cercanías de la superficie de la tierra; las mareas.

[5] En su libro [47], Sneed trata $I$ como una entidad platónica definida. En mi libro [52] me he esforzado por eliminar este 'platonismo sneediano'. Ese era el origen de algunas complicaciones en ciertas formulaciones y definiciones, en particular en conexión con el concepto de mantener una teoría, D 30, págs. 194 y ss.

[6] Para ser justos debe mencionarse que Suppes nunca asumió la existencia de 'una gran aplicación'.

Si la estructura matemática de una teoría se representa dentro de una axiomatización del tipo Suppes por medio de un predicado conjuntista $S$, podemos en una primera aproximación identificar una teoría física con un *par ordenado* $\langle M, I \rangle$, en donde $M$ es la extensión de $S$, esto es, el conjunto de modelos posibles de esa estructura, e $I$, el conjunto abierto de aplicaciones 'realmente' propuestas.

Las *leyes especiales* constituyen un problema particular y difícil de la semántica informal. La axiomatización de la mecánica de partículas clásica dada en [28] deja abierta la posibilidad de establecer leyes especiales. No se indica, sin embargo, cómo las distintas aplicaciones de la mecánica de partículas clásica, para las que se estipulan leyes especiales, se relacionan unas con otras y constituyen 'algo unitario'. *A fortiori*, no se sigue de la presentación dada allí cómo reconstruir el *desarrollo* en el tiempo de la mecánica de partículas clásica conforme se descubren nuevas leyes especiales y nuevas aplicaciones.

La solución original dada a este problema en [47] y [52] lo fue en términos de *núcleos expandidos*. Era un procedimiento tosco que, además, tenía varias desventajas. Después ha sido reemplazado por un método mucho más simple e intuitivamente más satisfactorio. Hablaré de tal mejora en el capítulo 4.

Hay una característica semántica adicional que Sneed trata de capturar con la ayuda de su nuevo concepto de *ligadura*. Formalmente, una ligadura es un *conjunto de* modelos, esto es, un subconjunto de $M$. La clase $C$ de ligaduras es, por consiguiente, un subconjunto de $\mathrm{Po}(M)$, el conjunto potencia de $M$. Como punto de partida para entender esta noción haremos un uso razonable del hecho de que los elementos de $I$, es decir, las diferentes aplicaciones, *se solapan parcialmente*. Las ligaduras producen *conexiones cruzadas* entre esas aplicaciones solapadas. No es fácil describir el tipo de conexión originada, porque todas las ligaduras importantes operan sobre funciones teóricas. Por el momento bastará la siguiente observación: supongamos que la teoría física se formulase en un lenguaje formal. Entonces la conexión entre diferentes modelos, llamados a menudo 'mundos posibles', habría de ser descrita por medio de conceptos 'modales' o, con mayor generalidad, por medio de conceptos no-extensionales que describirían 'relaciones sobre mundos cruzados'. En mi opinión, el concepto de ligadura de Sneed es un medio ingenioso de reproducir tales relaciones modales dentro de un marco no intensional, sino puramente extensional.

---

Se han hecho objeciones a la introducción de las ligaduras como *un concepto separado*. Tuomela, por ejemplo, señala en [61], pág. 230, nota a pie de página 2, que la ligadura $\langle =, = \rangle$ de Sneed para la función masa dentro del contexto de la mecánica de partículas clásica puede ser formulada como una ley. Esto es ciertamente correcto desde un punto de vista lógico, pero al hacerlo así, se



paga un precio que parece demasiado alto: para formular tal ley se ha de introducir una 'función cósmica de masa'. De este modo, la 'gran aplicación' que tratábamos de evitar introduciendo el conjunto abierto $I$ de aplicaciones propuestas, entraría nuevamente por la puerta trasera. Este problema, pues, no es una cuestión de corrección lógica, sino de adecuación física[7].

En esta sección he tratado de hacer más fácil una comprensión adecuada de la obra sistemática de Sneed, señalando sus raíces en el enfoque de Suppes y mostrando cómo puede ser considerada en lo esencial como una *suplementación semántica* del método de axiomatización informal. Frente a ello, la mayoría de los críticos de mi [52] parece ver los resultados de Sneed en conexión principalmente con la reconstrucción de Kuhn. Feyerabend, en [13], capítulo 4, incluso habla de «Kuhn sneedificado».

Ahora bien, *es* ciertamente un hecho notable que el formalismo de Sneed nos permita, vía 'pragmatización' (vid. capítulo 5), hacer precisos y reconstruir varios aspectos de la filosofía de la ciencia de Kuhn. Sin embargo, el objetivo principal de la obra de Sneed no era en absoluto hacer eso. Además, para obtener tales resultados adicionales se tienen que introducir ciertas correspondencias como la de 'ciencia normal' y 'mantener una teoría' o 'evolución de una teoría'. Todo eso va más allá de los análisis puramente sistemáticos y estos últimos son el centro de las investigaciones del tipo Sneed. Por consiguiente, para ponerlos en una perspectiva correcta, el *'Kuhn sneedificado' de Feyerabend debe ser reemplazado por la 'Sneedificación de Suppes'*. Tal y como hemos visto, seguir el enfoque de Suppes *sin* 'sneedificación' no nos consentiría más que afirmar que las estructuras matemáticas de las teorías físicas *se integran en* el programa de Bourbaki. Una vez que se añade la investigación iniciada por Sneed con la teoría informal de modelos, se justifica que se hable de un *análogo* o una *extensión del* programa de Bourbaki en la que se estudian las *teorías físicas reales* y no sólo sus esqueletos matemáticos.

---

[7] Es interesante ver cómo Moulines y Sneed introducen este concepto en su discusión crítica de Suppes, [33], pág. 74, usando algunos ejemplos elementales de la mecánica de partículas clásica: «Suppes no admite que haya otros aspectos característicos importantes de la teoría ubicados en las relaciones entre los diferentes modelos (aplicaciones propuestas) de la teoría. En el caso que estamos viendo, la *unicidad* de las razones de las masas y la extensividad de la masa con respecto a la concatenación de las partículas, así como ciertas características de las leyes de fuerza especiales, parece que pueden tratarse de modo más natural como relaciones entre los diferentes modelos (aplicaciones propuestas) de la mecánica de partículas clásica. En términos generales, la axiomatización MSS ( = [28]) reproduce fielmente la estructura de *cada uno* de los modelos (aplicaciones) de la mecánica de partículas clásica. No revela nada acerca de las relaciones entre esos modelos (aplicaciones) que constituyen aspectos igualmente significativos de la estructura interna de esa teoría.»

Sin duda, ello sería más fácil de entender si pudiéramos describir con una sola sentencia el papel mediador del estructuralismo entre la teoría de P. Suppes, por un lado, y las teorías de T. S. Kuhn e I. Lakatos, por otro. Intentemos hacerlo con el breve enunciado siguiente: *la crítica constructiva del enfoque de Suppes conduce a una teoría semántica informal que, a su vez, añadiendo ciertos conceptos pragmáticos, permite una crítica constructiva y una justificación parcial de las filosofías de Kuhn y Lakatos*. Hablaremos más sobre ello en los capítulos 8 y 9.

Capítulo 3

# LA FUERZA DE LA *T*-TEORICIDAD Y EL ENFOQUE DE RAMSEY MODIFICADO. LA CONCEPCION NO-ENUNCIATIVA$_2$ Y LA CONCEPCION NO-ENUNCIATIVA$_{2,5}$

Tal y como dije antes, hay un pasaje en Sneed [48], pág. 132, que la mayoría de los lectores juzgan incomprensible. Tras haber enunciado la tesis de que los conceptos teóricos se usan en la ciencia en la forma descrita por el método de Ramsey, Sneed continúa: «Esta es una aserción empírica acerca de cómo es de hecho la práctica científica. Por tanto, debe defenderse frente a otras alternativas... Pero no necesita que se la defienda contra las objeciones de que el método de Ramsey es, de algún modo, epistemológicamente sospechoso. *Su defensa concierne a aquellos científicos que no se acomoden al credo epistemológico de alguien, no a mí*» (la cursiva es mía). En otras palabras, aquel que tenga objeciones que hacer al método de Ramsey debe dirigirse a los científicos y no al filósofo de la ciencia. La reacción usual a esto es: «¡Sneed, sin duda, no quiere decir eso *seriamente!* El método de Ramsey es la invención de un filósofo y, lo que es más, algo bastante artificial. Si existe una actividad por medio de la cual los filósofos se entrometen en asuntos en los que no son realmente competentes *y en los que, por consiguiente, se hace necesaria una cuidadosa justificación*, esa es la construcción de sentencias de Ramsey.»

En esta sección trataré de mostrar que la concepción de teoricidad de Sneed, junto con la opinión de que toda teoría física *T* conocida y no globalmente trivial contiene términos *T*-teóricos, conduce necesa-

riamente a la tesis contenida de manera implícita en las cursivas de la cita de Sneed.

Por esa razón he de ocuparme del *problema de los términos teóricos*. Feyeraband dice en [13], pág. 353, nota a pie de página 1: «Este problema no surge en el enfoque enunciativo». Se trata, sin embargo, de un error fundamental[1]. Es cierto que Sneed formula el problema de los términos teóricos al estudiar lo que él llama 'concepción tradicional'. En su libro [47], presenta tal concepción como aquella en la que todas las aserciones (hipótesis) empíricas de las teorías físicas tienen la forma:

(1) «*a* es un *S*»,

donde «es una *S*» es un predicado conjuntista. Esto, sin embargo, se hace sólo por razones de conveniencia.

Ya que posiblemente esta forma de presentar la 'concepción tradicional' fue la responsable de la confusión, me detendré en ello por un momento. Se ha señalado en el capítulo 1 que, dado nuestro conocimiento restringido de los lenguajes formales y a causa de nuestra limitada capacidad para manejar tales lenguajes, la mayoría de las teorías científicas interesantes *no* pueden ser representadas dentro de tal lenguaje. No obstante, siempre pueden formularse en el lenguaje de la teoría informal de conjuntos, *a condición de que hayan sido axiomatizadas de forma precisa*. Esa es exactamente la presuposición hecha por Sneed al formular (1). Para decirlo con mayor precisión: el único supuesto hecho en el pasaje en cuestión de su [48] es que la *estructura matemática* de la teoría satisface las normas de Bourbaki (o, en este caso, las de Suppes).

Con el fin de ilustrarlo tomaré un ejemplo de las matemáticas. Supongamos que hemos de explicar por qué la clase de todas las rotaciones en sentido inverso al de las agujas del reloj de un hexágono regular en $n$ múltiplos positivos de 60°, $n = 1, 2, \ldots$, forma un grupo. Un matemático *de la vieja escuela*, como le llamaremos, procederá del siguiente modo: como primer paso, contará una breve historia consistente en una descripción de los axiomas de la teoría de grupos; en segundo lugar, volverá al ejemplo y verificará los axiomas paso a paso. A diferencia de esto, un matemático *moderno* que use el método de axiomatización por definición de predicados conjuntistas, procederá del modo siguiente: primero, da una definición explícita del predicado «es un grupo». Después,

[1] Incidentalmente, si Feyerabend *estuviese* en lo cierto, su comentario sería la más fuerte objeción concebible contra la concepción no-enunciativa en el sentido de $c.no\text{-}e._2$ que será explicado más abajo. Pues, en tal caso, el problema de los términos teóricos no sería más que un problema *creado por el enfoque estructuralista* mismo, lo que, por supuesto, no es cierto.



introduce un nombre, por ejemplo Φ, para la clase de rotaciones antes mencionada. Por último, hace la aserción

(2) Φ es un grupo,

y usando solamente los significados de «Φ» y «grupo» demuestra (2). *No se puede decir que el segundo matemático 'no ha usado el enfoque enunciativo'*, pues todo lo que ha hecho es *parafrasear* en una forma nueva las formulaciones del primer matemático.

Sneed se limita a transferir este método al caso físico y, por ello, comenzó inmediatamente con un análogo del 'matemático moderno'. Supóngase que deseamos establecer la hipótesis de que las leyes de la mecánica de partículas clásica son válidas para el sistema solar más algunos de sus subsistemas, como el de la tierra-luna. El físico 'de la vieja escuela' tomará, primero, una de las formulaciones usuales que aparecen en los libros de texto de esa teoría física y formulará, después, la aserción de que esos principios se cumplen en el sistema solar y los subsistemas en cuestión. El físico 'moderno', por otra parte, o el físico familiarizado con el enfoque de Suppes, parte inmediatamente de la definición del predicado conjuntista «es un *CPM*». Introducirá, además, una nueva constante individual que denote el sistema solar más los subsistemas en cuestión «$p_s$», por ejemplo. Por último, formula su hipótesis empírica del modo siguiente:

(3) $p_s$ es un *CPM*

Esta es, exactamente, una sentencia de la forma (1) [o (2)].

Quizá el origen del error estuvo en la sustitución de «vieja escuela» por el uso de Sneed de «tradicional». Sneed trataba realmente de describir la noción *tradicional*, pero *parafraseada en términos modernos*, esto es, en la forma (3) o, en el caso general, en la forma (1). Por supuesto, pudo haber usado la 'formulación de la vieja escuela', pero esto habría tenido la desventaja de que la elucidación del problema de los términos teóricos se habría hecho mucho más complicada y tosca.

¿Cuál es el problema de los términos teóricos? Supóngase que la teoría axiomatizada por medio del predicado conjuntista *S* contiene términos *S*-teóricos. (En el caso del ejemplo particular (3) podemos suponer que "masa" y "fuerza" son *CPM*-teóricos). *Entonces* (1) [o, en el ejemplo, (3)] *no es un enunciado empírico*. Aquí sólo denominamos empírico a un enunciado si es empíricamente contrastable. La forma precisa del procedimiento de contrastación es irrelevante. La argumentación en favor de la afirmación de que (1) [o (3)] no es empírica puede resumirse así: para comprobar (1) [o (3)] se presupone otra sentencia *de exacta-*

*mente la misma forma y con exactamente el mismo predicado*. (Daré enseguida una explicación más detallada de esto).

«Pero», surge la objeción inmediata, «los físicos *hacen* aserciones empíricas». *Exacto*. «¡Pero Sneed afirma que las aserciones de los físicos que pueden siempre ser parafraseadas como (1) o (3) *no* son aserciones empíricas!» *Exacto*. «¡Pero eso es absurdo!» *Exacto*.

La cuestión que se plantea es: ¿A qué se debe este absurdo? La mayoría de los filósofos diría probablemente: «Debe ser la concepción de teoricidad de Sneed con sus reconocidas consecuencias de que (1) y (3) *no* son aserciones empíricas». Mas si Sneed está en lo cierto, y yo estoy convencido de que en este punto lo está, tal reacción está totalmente equivocada. La respuesta correcta sería: «El supuesto de que la noción tradicional es correcta, es decir, que las aserciones físicas empíricas son de la forma (1) o (3) es lo que implica el 'absurdo'. ¡Debe notarse que, según Sneed, es la concepción tradicional de las aserciones físicas la que está equivocada y no sólo la opinión de los filósofos de la ciencia *acerca de esas aserciones!*[2].

¿Qué significa decir que una cantidad (función) *f* de una teoría física *T* es *T*-teórica? En términos generales, equivale a la breve narración contenida en los dos enunciados siguientes. Para realizar una contrastación empírica de una aserción empírica que contiene la cantidad *T*-teórica *f*, debemos medir valores de la función *f*. Sin embargo, todos los procedimientos de medida conocidos (o, si se prefiere, todas las teorías de medida de valores-*f* conocidas) presuponen la validez de esa misma teoría *T*.

En [33], pág. 29, se describe concisamente la situación con respecto a

[2] Un ejemplo reciente y divertido de una malinterpretación grotesca de este argumento ha sido dado por W. Habermehl en las págs. 18 y ss. de su introducción a: K. Eichner y W. Habermehl (eds.), *Probleme der Erklärung sozialen Verhaltens* (Problemas en la explicación de la conducta social). Habermehl, no entendiendo en absoluto la estructura lógica del argumento, cree que en [52] he tratado de presentar un argumento en contra de la exigencia de Popper de la falsabilidad de las hipótesis empíricas y se toma grandes molestias para mostrar que estoy equivocado. Sin embargo, es *la premisa de su razonamiento* la que está equivocada. Pues el comienzo del argumento es sólo el siguiente: «Si la concepción tradicional de las aserciones empíricas de las teorías *fuese* cierta, esas aserciones no serían contrastables (o en el sentido popperiano o en otro distinto, eso no importa aquí).» Y después el argumento *continua*: «Dado que, por supuesto, las aserciones empíricas *son* contrastables, la concepción tradicional debe ser errónea.» ¿Cómo puede haber llegado Habermehl a esa malinterpretación?. Aparentemente del modo siguiente: Primero, prescindió de toda la segunda parte del argumento; después, olvidó que la primera parte está formulada en modo subjuntivo. Al falsear de tal modo mi presentación del argumento él llega a la extraña metamorfosis: lo que, en realidad, era un argumento indirecto *que usa la contrastabilidad efectiva ('falsabilidad') de las hipótesis empíricas como premisa adicional* en favor de la noción de Ramsey, se convierte, de improviso, en un argumento antipopperiano en favor de la no falsabilidad.

Menciono esto sólo porque puede evitar que los lectores cometan errores similares. Sin embargo y con independencia de ello, intentaré más adelante formular el argumento de forma más clara y comprensible que en [52].



la *función fuerza* en la mecánica de partículas clásica: «No se requiere una lectura muy sutil de las exposiciones usuales de la mecánica de partículas clásica para observar que todos los métodos allí descritos para medir fuerzas (determinar los valores de las funciones de fuerza) exigen suponer que, al menos, se cumple la segunda ley de Newton y, por lo común, que también se cumple alguna otra ley de fuerza especial. Sólo se requiere un poco más de reflexión para percatarse de que la *extensión* del concepto de fuerza en esa teoría vendrá determinada, al menos en parte, por según de qué leyes de fuerza especiales se afirme su validez en según qué aplicaciones propuestas de la mecánica de partículas clásica. Es decir, los valores que asignamos en la práctica a las fuerzas depende de cómo *usamos* las leyes en las que aparecen fuerzas». Aquí encontramos expresada, además, esa 'concepción wittgensteiniana generalizada' del significado como uso que ya fue mencionada antes.

Tenemos como resultados intermedios que la clase de las tres sentencias siguientes es inconsistente:

(i) la noción tradicional de las aserciones físicas es correcta, esto es, tales aserciones son del tipo (1) [tipo (3)];

(ii) la mecánica de partículas clásica contiene el término *CPM*-teórico *fuerza*;

(iii) las aserciones del tipo (1) [tipo (3)] son empíricas, es decir, son empíricamente contrastables.

*Si Sneed está en lo cierto con respecto al papel de la función fuerza dentro de la mecánica de partículas clásica*, entonces (ii) no puede ser negada. Rechazar (iii) equivaldría a negar el carácter empírico de la física. Sólo queda, por consiguiente, la conclusión de que la concepción tradicional de las aserciones físicas no puede ser correcta, *es decir*, (i) *debe ser falsa*.

Una de las principales tesis de Sneed por lo que concierne a la filosofía *general* de la ciencia (vid. capítulo 7) es que toda teoría física no trivial *T* contiene no sólo términos no-*T*-teóricos, sino también *T*-teóricos.

Intentaré ahora dar otra explicación independiente del concepto de teoricidad tomando como ejemplo una conocida discusión sobre el papel de las convenciones en la métrica espaciotemporal. Reichenbach y, siguiéndole en este punto, Grünbaum afirmaron que para poder introducir el concepto de congruencia, necesitamos una 'definición coordinadora' consistente en una convención (aunque no se trata sólo de un caso de 'convencionalismo semántico trivial', es decir, no consiste en dar al *sonido* 'congruente' un significado específico). En otras palabras, *la elección misma de una métrica 'es una cuestión de convención'*.

Es de lamentar que Quine, cuando ataca a la dicotomía analítico-sintético, no haga nunca una referencia explícita a Reichenbach. Si lo hu-

biera hecho, toda la discusión habría tenido posiblemente mucho más interés. No sólo afirmó Reichenbach[3] el carácter convencional de la métrica, sino que *pretendió también que podía demostrarlo*. Su argumentación era muy simple: Supongamos, decía, que tratamos de averiguar empíricamente si dos varas, localizadas en lugares diferentes, son congruentes. Es fácil poder mostrar que hemos caído en un círculo. Denominaré tal cosa como la *circularidad superficial de la búsqueda empirista de la congruencia*. Para Reichenbach sólo existe la siguiente alternativa: o descubrimiento empírico o estipulación convencional. Descartada la primera por el argumento de la circularidad, concluye que la congruencia se determina por un fíat. Es extremadamente difícil decir cómo hacerlo exactamente. Este es uno de los resultados inmediatos de la discusión entre H. Putnam y A. Grünbaum.

La estipulación convencional consiste en una primera aproximación en la elección de una distancia en un cuerpo sólido. Sin embargo, esto sólo vale 'como una primera aproximación', ya que *han de hacerse las correcciones apropiadas eliminando los efectos de las fuerzas diferenciales (perturbadoras)*. Reichenbach creía que tales correcciones podían hacerse sin recurrir a una métrica, con la ayuda de un procedimiento descrito en detalle por Grünbaum y llamado «cuasi-operacional» por Putnam.

Tal y como Putnam ha mostrado, ese supuesto se basa en un error de Reichenbach[4].

Para ser más precisos, incluso encontramos dos errores superpuestos que van en direcciones opuestas. Por un lado, el procedimiento de Reichenbach es *demasiado débil*. Creía que al excluir las 'fuerzas universales' determinaría unívocamente la métrica[5]. Eso no es cierto: Aun después de igualar todas las fuerzas universales a cero, todavía queda la métrica indefinidamente infradeterminada. Por otra parte, el procedimiento de Reichenbach es *demasiado fuerte*. Si se planteara la cuestión de por qué se necesitan siquiera fuerzas para dar cuenta, por ejemplo, del cambio de tamaño de un cuerpo, inmediatamente se pondría en claro que Reichenbach presuponía la segunda ley de Newton *como una verdad analítica*, lo que, por supuesto, no es cierto en ningún caso. Al final del capítulo 8 intentaré explicar los aspectos de esa ley que, presumiblemente, son los responsables de esa impresión de analiticidad.

De hecho, debiera estar claro desde un principio que el procedimiento de Reichenbach (y Grünbaum) no puede tener éxito, pues pode-

[3] Para simplificar, en la siguiente discusión identificaré a Reichenbach con Reichenbach$_1$ en el sentido de Putnam; para más detalles vid. [34] y [35].

[4] Los detalles técnicos se describen en el apéndice de [34] y, de forma simplificada, en el apéndice de [35].

[5] Para una descripción concisa del significado de «fuerza universal» vid. Putnam [35], pág. 173.



mos hablar de fuerzas *sólo en el contexto de leyes de fuerzas particulares*. Y tales leyes pertenecen a una teoría que emplea también el concepto de distancia[6]. Por consiguiente, *apelar a un método de corrección conduce por sí mismo a una circularidad*. Podemos llamarla una *circularidad en profundidad* en la búsqueda de la congruencia por la siguiente razón. Si nos enfrentáramos sólo con la primera circularidad, podríamos seguir la propuesta de Reichenbach, al menos en el caso de que no hubiera otra salida. Pero esta segunda circularidad es irrevocable. ¿Qué hemos de hacer ahora?

Sin considerar las complicaciones a las que hemos hecho alusión, podríamos describir del siguiente modo las distintas actitudes de Reichenbach y Sneed: Para Reichenbach, la circularidad epistemológica, siempre que aparece, nos fuerza a reemplazar la investigación empírica por estipulaciones convencionales. Según Sneed, *tal circularidad es un síntoma de que está involucrada una cantidad teórica*. Y este síntoma es incluso *concluyente* si la circularidad, como en el caso de nuestra circularidad en profundidad, es irrevocable. Así, el considerar una cantidad *como teórica con respecto a una teoría particular* es una tercera alternativa, diferente tanto de una determinación empírica como de una estipulación. Puede ser que, más tarde, Reichenbach tuviera algo de esto en mente cuando trató de fijar la referencia de esas cantidades por medio de la *'interposición de teorías'*. Al menos, esta era la opinión de Reichenbach en la interpretación de Putnam; y parece que es también la de Putnam[7].

Trataré ahora de describir las diferencias entre Putnam y Sneed. Tal descripción tendrá un cierto aire especulativo ya que la exposición de Putnam es mucho más programática que la de Sneed. Si le malinterpreto, espero que el profesor Putnam me disculpe, pues mi intención es sólo contribuir a una aclaración de la noción de teoricidad relativa a una teoría y los problemas conectados con ella.

Parece haber dos diferencias principales. En primer lugar, Putnam parece mantener lo que podría llamarse *holismo metodológico*, según el cual ha de escogerse una teoría que incorpore como un todo la geometría y la física. Aunque Sneed acepta también diversas variantes de holismo[8] con respecto al presente problema, prefiere una *reconstrucción por piezas*, tal y como la descrita en «Los límites del holismo», [48], págs. 133 y ss [9]. Esto significaría, por ejemplo, que en el caso de la física clásica tendríamos una estructura jerárquica que comenzaría con la geometría

[6] Dentro de la teoría general de la relatividad tales leyes de fuerza hacen uso del tensor $g_{ik}$.

[7] Vid., por ejemplo, [35], pág. 174.

[8] He intentado diferenciarlas en [52], cap. 17, págs. 231 y ss.

[9] De hecho, Sneed, en el lugar citado, presenta una formulación mucho más prudente que la que yo doy aquí por ser más claro.

física y que nos llevaría a través de las teorías mecánicas a la termodinámica de equilibrio clásica. La función de distancia sería, entonces, *teórica sólo con respecto a la geometría física* y *no-teórica con respecto a las teorías que la siguen en esa jerarquía*. (De forma similar, *presión* sería teórica con respecto a las teorías mecánicas, pero no-teórica con respecto a la termodinámica.)

Hay una segunda diferencia importante estrechamente conectada con lo anterior. Podemos describirla ayudándonos de una posible objeción empirista a la tesis defendida por Putnam. La objeción surge en el contexto de la respuesta a la cuestión de qué se considera como una razón para aceptar la teoría en cuestión. En su propuesta 'la-coherencia-determina-la-referencia', Putnam pide que se maximicen tanto la coherencia interna como la externa de la teoría[10]. Por lo que se refiere a la *coherencia interna*, como 'simplicidad' y 'concordancia con la intuición', no hay problemas, pero eso no ocurre con la *coherencia externa*, como, por ejemplo con la 'concordancia con comprobaciones experimentales'; pues, ¿cómo deberían llevarse a cabo esas comprobaciones? Requieren, sin duda, cálculos referentes a las funciones que aparecen en la teoría, pero como hemos visto, cada forma de determinarlos empíricamente conduce a un círculo. Ello muestra que la exigencia de maximizar la coherencia externa no puede ser satisfecha.

Podría decirse que ese es el modo en cómo la concepción de Putnam de la ciencia como coherencia se enfrenta con *el problema de los términos teóricos*.

Ahora podemos volver a una discusión anterior. Hemos visto que de las tres sentencias (i), (ii) y (iii), la primera debe ser falsa. En otras palabras, la noción tradicional, según la cual las aserciones empíricas de las teorías son de las formas (1) o (3), debe ser rechazada. En la actualidad sólo hay una salida conocida a ese dilema, a saber, aceptar la *solución de Ramsey* al problema de los términos teóricos[11]. Consiste en reemplazar (1) y (3) por sus correspondientes sentencias de Ramsey que, precisamente, cuantifican existencialmente los términos $T$-teóricos. Esta es realmente una solución del problema, pues para comprobar empíricamente una sentencia de Ramsey de ese tipo ya no es necesario calcular valores de las funciones teóricas. La sentencia sólo impone condiciones sobre las funciones no-teóricas.

Ahora puede responderse fácilmente la cuestión surgida en conexión con el pasaje citado de Sneed: *No tenemos más elección que interpretar las aserciones empíricas hechas por los físicos como sentencias de Ramsey*. Las sentencias de ese tipo expresan lo que los científicos *'quieren decir realmente'*. Por consiguiente, quienquiera que halle este método

[10] [35], pág. 165.

[11] Para una descripción de tal método vid. [52], sec. 4.2, págs. 58-63.



'epistemológicamente sospechoso', tiene que dirigirse él o ella misma a los científicos y no a los filósofos de la ciencia.

La representación formal de una aserción física empírica tiene la forma de la sentencia (VI) de [52], pág. 90. Es una sentencia de Ramsey *modificada* porque en ella todos los aspectos semánticos adicionales mencionados en el capítulo 2 entran también en juego. Por esa razón la llamaré *sentencia Ramsey-Sneed* y expresa el enfoque de Ramsey modificado.

La dicotomía teórico-no-teórico es responsable de sólo una de las complicaciones semánticas: la división de la extensión $M$ del predicado conjuntista «es un $S$» de (1) en tres conjuntos $M_{pp}$, $M_p$ y $M$. $M_p$ es el conjunto de todos los *modelos posibles* que incluyen el aparato de los conceptos teóricos; $M_{pp}$ es el conjunto de todos los *modelos parciales potenciales* obtenidos 'expulsando' los componentes teóricos; $M$ es el conjunto de todos los modelos posibles que satisfacen las leyes fundamentales. La condición mínima para el conjunto de ligaduras $C$ mencionado en el capítulo 2 puede ser descrita ahora fácilmente como $C \subseteq \mathbf{Po}(M)$.

Entendemos por *concepción enunciativa*$_2$ (*c.e.*$_2$) aquélla según la cual las hipótesis empíricas de las teorías físicas son clases (potencialmente infinitas) de enunciados. Frente a ello, el enfoque de Ramsey modificado dice que en cualquier momento el contenido de una teoría física es *una sola gran aserción*, indivisible en partes más pequeñas. Esto nos da un sentido claro de la expresión «enfoque holista». Si la concepción de la teoricidad de Sneed es correcta, entonces la concepción enunciativa$_2$ es falsa. Llamamos a la tesis según la cual las aserciones empíricas hechas por los físicos deben ser reconstruidas como sentencias Ramsey-Sneed, la *concepción no-enunciativa*$_2$ (*c.no-e.*$_2$).

Supóngase que escogemos la solución de Ramsey del problema de los términos teóricos dentro también de la concepción de Putnam de la ciencia como coherencia. No por ello los dos enfoques se harían indistinguibles, aunque la *c.no-e.*$_2$ sería aceptada en ambos casos. El holismo de Putnam parece ser global, mientras el de Sneed no lo es. En el supuesto de que podamos reconstruir las teorías físicas escalonadamente 'en orden jerárquico', basta aplicar el método de Ramsey también escalonadamente, pues una función que es teórica con respecto a un 'nivel inferior' $T_1$ es no-teórica en relación con el 'nivel superior' $T_2$ para el que $T_1$ es la 'teoría subyacente'. Sin embargo, y como señala Sneed en [48], págs. 133-134, el desarrollo de las teorías puede también marchar en la dirección de lo que acabo de llamar holismo global.

En distintas ocasiones se ha insertado la cualificación: «si Sneed está en lo cierto». Esto se ha hecho para recordar al lector que la concepción de teoricidad de Sneed no es el resultado de un mero análisis lógico o epistemológico, sino que, al contrario, el núcleo de su concepción contiene un *enunciado empírico* acerca de lo que significan las aserciones

empíricas de los físicos. *Él puede estar equivocado.* Todo lo que puedo decir es que hasta ahora nadie ha sido capaz de mostrar que lo está.

Con mucha frecuencia se ha invocado el *'carácter relativista'* del criterio de Sneed como una objeción a la noción de *T*-teoricidad. Ya que el criterio hace una referencia explícita a las exposiciones existentes de la teoría, se aduce que puede ocurrir que se encuentre de la noche a la mañana una nueva exposición que transforme una función que se consideraba *T*-teórica en no-*T*-teórica[12]. Sin embargo, la palabra «existente» en «exposición existente» debe entenderse en sentido intemporal y no en el sentido de «existente hasta este momento». El cambio de la *T*-teoricidad a la no-*T*-teoricidad por medio de un método diseñado de nueva planta equivaldría a algo semejante a una *revolución científica.*

Comparemos las dos sentencias siguientes:

(a) Teofrasto, el discípulo de Aristóteles, pudo haber inventado la teoría de la relatividad general.

(b) Esta noche un físico puede tener éxito en idear un procedimiento para medir la función fuerza newtoniana en una forma independiente con respecto a la teoría.

Tanto (a) como (b) expresan *posibilidades lógicas.* Todo el mundo, incluso yo, estaría de acuerdo en que desde una perspectiva realista (a) es sólo un sinsentido. Para mi *sólo hay una diferencia de grado* entre (a) y (b), pues (b) tampoco es realista. Quizá se tenga uno que convertir en un 'kuhniano', al menos en cierta medida, para entender que una revolución científica como a la que se hace alusión en (b) no puede suceder repentinamente, fruto de una sola persona, sino que tal cambio ha de depender de la cooperación de numerosos científicos tal vez a lo largo de varias generaciones.

Con independencia de si se desea aceptar esto como una respuesta, está la cuestión de si sería posible formular condiciones suficientes y necesarias para la *T*-teoricidad sin hacer referencia explícita a las exposiciones existentes de *T*. Podría intentarse hacer eso usando las consideraciones del capítulo 2 acerca del papel de los teoremas de representación. Una posible respuesta sería: *una teoría física T emplea exactamente como cantidades T-teóricas aquellas funciones para las que no puede probarse ningún teorema de representación.* Este 'criterio', por supuesto, no nos da ningún procedimiento de decisión. Hace referencia, además, no sólo a la teoría en cuestión, sino también a la teoría cualitativa subyacente, tal y como se describió en el capítulo 2.

Hasta ahora se ha dotado a la 'concepción no-enunciativa' de dos significados diferentes. Mientras *c.no-e.*$_1$ nombra la aceptación del enfoque de Suppes (o del enfoque Suppes-Sneed) y el rechazo del enfoque

[12] R. Tuomela, por ejemplo, hace este tipo de objeción en [61], pág. 3. No estoy seguro de si Feyerabend en [13], pág. 352, nota 3, tenía una objeción similar en mente.



del lenguaje formal, *c.no-e.*$_2$ es una designación de la forma holista de representar las aserciones empíricas, esto es, del enfoque de Ramsey modificado según el cual las aserciones empíricas de las teorías no han de formularse por medio de conjuntos infinitos de sentencias, sino que cada una ha de serlo por una sentencia Ramsey-Sneed. La primera descansa en la verdad de la Tesis 1 del capítulo 1; la segunda se basa en la corrección de la concepción de Sneed sobre la teoricidad. Hay un tercer sentido de tal frase. Sólo lo explicaré intuitivamente. Se refiere al *modo en cómo* las leyes particulares *entran en la gran aserción empírica* en el sentido de *c.no-e*$_2$. Aunque con ello las leyes «pierden su independencia», puede ocurrir perfectamente que una sentencia Ramsey-Sneed zozobre en la experiencia a causa de la falsación de una ley particular en el subdominio de *I* en el que se proponía su validez. Esto último ocurrirá, por ejemplo, en todos aquellos casos en los que se aplica el 'enfoque ingenuo de las leyes especiales'.

Hay una clase de casos más interesante, formada por las leyes de una generalidad relativamente alta, para las que no se han dado originalmente ni especializaciones ni ligaduras particulares. En tal caso, si la sentencia Ramsey-Sneed de la teoría resulta ser falsa en un momento dado, no nos podemos limitar a señalar una de esas leyes y hacer*la* responsable del fracaso. Al final del capítulo 8 analizaré esto con algún detalle con respecto a la segunda ley de Newton. Se verá que tal ley, que considerada preanalíticamente 'parece' ser falsable, al entrar en la gran aserción empírica pierde el suficiente contenido como para hacerse 'inmune a la falsación'. Es este hecho el que da un alcance adicional al enunciado de que las aserciones empíricas de las teorías físicas han de ser interpretadas *holísticamente* como aserciones comprehensivas únicas.

Dado que este aspecto de la 'concepción no-enunciativa' está estrechamente conectado con la numerada con 2, le daremos el nombre *'concepción no-enunciativa*$_{2.5}$' (imitando una conocida convención de la topología general), a la vez que reservamos «concepción no-enunciativa$_3$» para algo diferente en el capítulo 7.

# Capítulo 4
# REDES TEORICAS EN VEZ DE NUCLEOS EXPANDIDOS

Sólo las leyes básicas de la teoría se cumplen en todas las aplicaciones propuestas y, de modo similar, sólo las ligaduras generales están incluidas en el *núcleo* de la teoría. Formalmente, un núcleo $K$ puede ser representado por un cuarteto $K = \langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle$ o como un quinteto $K = \langle M_p, M_{pp}, r, M, C \rangle$. Aquí, $M_p$, $M_{pp}$ y $M$ son los conjuntos mencionados al final del capítulo 3; $C$ es el conjunto de ligaduras, es decir, un subconjunto *del conjunto potencia de* $M_p$; y la *función de restricción* $r : M_p \rightarrow M_{pp}$ transforma un elemento de $M_p$, esto es, un modelo potencial, en un elemento de $M_{pp}$, es decir, en un modelo potencial parcial, 'cercenando' todas las funciones teóricas. Depende del objetivo en particular y la clase de análisis el que $r$ se incluya en $K$ o, al igual que la función de aplicación $A$, se introduzca separadamente[1].

Aparte de los ingredientes fundamentales de las teorías antes mencionadas, la semántica informal de Sneed incluye como una peculiaridad más las leyes y ligaduras especiales que son válidas para algunas aplicaciones (pero no para todas). Como ya se mencionó en el capítulo 3 usando como

[1] Esta es una cuestión meramente técnica. Siempre que no sea necesario incluir $r$ en $K$, es aconsejable usar la construcción más simple de $K$ como un cuarteto, tal y como se hacía en [48]. En otros casos eso no es posible, de modo que $r$ *debe ser* incluido en $K$. Esta última construcción se usaba en [47], [52] y [4]. El lector interesado encontrará más detalles técnicos en el apéndice.

ilustración el concepto de fuerza en la mecánica de partículas clásica, la determinación de la extensión de un concepto teórico depende parcialmente de cuáles sean las leyes especiales en relación con ese concepto y las aplicaciones en que esas leyes se cumplan. Además, sólo a través de una completa consideración de las leyes y ligaduras especiales podemos conocer cómo 'permanecen unidas' las distintas aplicaciones. La estructura matemática general de la teoría, tal y como se muestra en la axiomatización realizada de acuerdo con el enfoque de Suppes, no revela nada de ese género. Por último esas leyes y ligaduras especiales son esenciales para una comprensión adecuada de los aspectos dinámicos de una teoría. Al igual que el desarrollo de la mecánica de partículas clásica vino determinada por aquellas *nuevas leyes especiales* descubiertas y aplicadas tanto en las viejas como en las nuevas aplicaciones, así en cualquier otro caso la *evolución* de una teoría sólo puede ser entendida tomando en consideración los procesos de descubrimiento, mejora y, por supuesto, abandono ocasional de supuestas leyes especiales y de las ligaduras conectadas con ellas.

El tratamiento sistemático de las leyes especiales dentro del esquema de Sneed sufrió un cambio radical con posterioridad a la publicación de [47] y [52]. El procedimiento original consistía en la construcción de los denominados *núcleos expandidos*, descritos por Feyerabend en su recensión. Tal método tenía varias desventajas, tanto teóricas como prácticas. El principal defecto teórico era que las leyes y ligaduras no podían ser analizadas por separado, pues aparecían mezcladas en las dos grandes clases $L$ y $C_L$ respectivamente. Por tanto, no podía hacerse ninguna distinción sistemática, por ejemplo, entre leyes de diferente grado de generalidad. Una gran desventaja práctica la constituía la tosquedad de la 'función de aplicación', necesaria para formular aserciones empíricas[2].

Wolfgang Balzer, Munich, tuvo la idea de reconstruir una ley especial como una teoría en miniatura o *subteoría* generable a partir de la teoría general por medio de *especializaciones de núcleo*. Esto, por supuesto, está de acuerdo con la terminología científica ya que los físicos hablan alternativamente de la *ley de gravitación* o de la *teoría de la gravitación*. Si la teoría principal es representada por el par ordenado $\langle K, I\rangle$, que consta del *núcleo* $K$ y del conjunto $I$ de aplicaciones propuestas, una ley especial puede ser representada por $\langle K', I'\rangle$ debiendo cumplir las tres condiciones necesarias: $M' \subseteq M$, $C' \subseteq C$, $I' \subseteq I$[3]. En tal caso diremos que la ley $\langle K', I'\rangle$ se ha obtenido de $\langle K, I\rangle$ por una *especialización de teoría* y $K'$ de $K$ por una *especialización de núcleo*. Si, además, es válida la *noción intuitiva de ley*, tenemos una condición más, la de que $M'_{pp} \subseteq M_{pp}$. Según esa noción, elegimos primero un conjunto de situaciones descritas no-teóricamente, es decir, definimos un subconjunto de $M_{pp}$ y, después, formulamos la ley que suponemos válida en ellas. Casi todos los filósofos han considerado las leyes de esa forma. Una noción más elaborada de ley no presupone que desde un principio se den las aplicaciones posibles. Al contrario, tal noción dejaría que las mismas leyes determinaran su ámbito de aplicación. Esta idea equivale a lo que en [52], págs. 176 y 196, he llamado el *'método de autodeterminación de las aplicaciones de una teoría'*, generalizada ahora desde la teoría principal a aquellas subteorías en las que se aplica esa noción más sofisticada.

Así, el nuevo método no hace ninguna distinción formal entre teorías y leyes. Por tanto, acuñemos para ambas el nuevo término *«elemento teórico»*. Lo que se denominaba originalmente *«la teoría»* se convierte ahora en el elemento teórico predominante del que se originan todas las especializaciones y se denomina el *elemento básico*, cuyo primer miembro es el *núcleo básico*.

El resultado de este método de introducir nuevas leyes por especialización es, en conjunto, una *red de elementos teóricos* o, abreviadamente, una *red teórica* $N$. Omitiendo el segundo miembro de los pares, respectivamente, obtenemos la *red de núcleos de elementos teóricos* o para abreviar: la *red de núcleos* $N^*$. Siempre que se haga necesario distinguirlas de las redes pragmáticamente enriquecidas del capítulo 5 las denominaremos *redes abstractas*. Si en una especialización de teoría o especialización de núcleo se da la relación de inclusión propia, hablamos de especialización *propia*. Si se obtiene una red $N'$ a partir de una red $N$ por una o más especializaciones, llamamos a $N'$ un refinamiento de $N$ y *refinamiento propio* si al menos una de las especializaciones que conducen a $N'$ es propia. Las redes teóricas y las redes de núcleo hacen mucho más comprensible que los núcleos expandidos la estructura jerárquica que consta de la ley fundamental, las leyes generales y las leyes más específicas.

Además, se hace mucho más simple la descripción de las aserciones empíricas. A cada elemento teórico $\langle K, I\rangle$ le asignamos la aserción empírica de ese elemento: $I \in A(K)$ donde $A(K) = \bar{r}(P(M) \cap C)$. Esta es sólo una forma 'estenográfica' o 'macrológica' de formular la sentencia de Ramsey modificada correspondiente al elemento teórico dado. Esta dice

[2] Feyerabend, para simplificar, sólo menciona la función simple $A$, definida en [52], pág. 116. Pero esa función solamente puede usarse con un *núcleo* $K$ como argumento. En el caso de un núcleo expandido se ha de usar la función mucho más compleja $A_+$ de la pág. 117, D 23b. Esta última definición se corresponde con D 35 de [47] de Sneed, pág. 181, que, sin embargo, no es correcta.

[3] En el artículo de Balzer y Sneed, [4], se ofrece una exposición técnica detallada del nuevo método. En él se demuestran los teoremas generales que Feyerabend echó en falta en mi libro. Las demostraciones de teoremas similares dentro del marco analítico antiguo se habrían hecho extremadamente difíciles a la vista de la complicada estructura de la función $A_+$.

que se pueden añadir funciones teóricas a los elementos de $I$ de forma que se conviertan en modelos, esto es, en elementos de $M$ y que, además, ese conjunto de funciones teóricas satisface las ligaduras $C$[4]. La aserción empírica correspondiente a toda la red $N$ tiene la forma $I \in A(N^*)$ y puede ser considerada como la conjunción de las aserciones antes mencionadas correspondientes a *todos* los elementos teóricos.

Hemos descrito, pues, todas las novedades que entran bajo el común encabezamiento de «*semántica informal*». Ca la paso semántico origina un enriquecimiento así como una complicación en la edificación de una teoría física. La totalidad de esos pasos equivale a la transición desde un *esqueleto matemático* de una teoría *posible* a una «*teoría empírica real*».

Resumamos esos pasos: (1) El prejuicio, implícitamente contenido en el enfoque del lenguaje formal, según el cual una teoría debe tener siempre una gran aplicación, ha sido reemplazado por la idea de un conjunto abierto $I$ de *numerosas aplicaciones propuestas parcialmente solapadas*, todas las cuales están «*ancladas*» en un subconjunto paradigmático $I_0$ de $I$; (2) la *dicotomía teórico-no-teórico* nos obliga a dividir la extensión $M$ de un solo predicado conjuntista que representa la estructura matemática de una teoría física, en tres conjuntos $M_{pp}$, $M_p$ y $M$; (3) el tomar en consideración las 'conexiones en cruz' entre los posibles modelos conduce a la introducción del concepto de *ligaduras*, diferenciadas tanto de las leyes fundamentales como de las especiales; (4) la construcción de la *red teórica* revela la forma en que se obtienen las leyes especiales a partir de las leyes fundamentales por medio de cadenas de especialización y como se asignan a elementos particulares de $I$, esto es, a aplicaciones propuestas particulares.

Supóngase que añadimos a esta lista las relaciones semánticas *interteóricas* más importantes, como la *reducción estricta* y *aproximativa*, así como la *presuposición*, que aún son tema de intenso estudio. Tenemos, entonces, esa clase de «sneedificación del enfoque de Suppes» que justifica el que hablemos de una *extensión* del programa de Bourbaki a las ciencias físicas en lugar de sólo una *integración en* ese programa. La extensión consiste en incluir «piezas del mundo real», como los conjuntos $I$ y $M_{pp}$ y otras entidades no matemáticas, dentro de la exposición sistemática. En un próximo futuro no será posible más que una realización muy fragmentaria de tal programa, restringida a teorías cuya estructura matemática básica tenga la claridad suficiente para permitir axiomatizaciones que cumplan las exigencias de rigor en el sentido de Suppes.

El concepto de red teórica induce generalizaciones en las que se exploran varios *tipos de* teorías en *orden jerárquico*, vagamente aludidos

[4] Para responder a las objeciones sobre la heterogeneidad de $I$, en [56] opté por que $I$ no fuese un subconjunto de $M_{pp}$, *sino del conjunto potencia de* $M_{pp}$: $I \subseteq \mathbf{Po}(M_{pp})$. En tal caso la aserción empírica es: $I \subseteq A(K)$.



en la relación de presuposición. Hablando en términos generales, dentro de tal orden los $M_{pp}$ de una teoría dada son los $M_p$ o los $M$ de una teoría *subyacente*. En el curso del estudio sistemático de tales estructuras jerárquicas pueden descubrirse importantes y nuevas relaciones interteóricas. Ha de esperarse que entre otras cosas se resolverán de esa forma muchos de los problemas de la filosofía del espacio-tiempo que aún son objeto de controversia (véase también capítulo 11).

Capítulo 5

# PRAGMATIZACION. LA EVOLUCION DE LAS TEORIAS EN LAS COMUNIDADES CIENTIFICAS

Como ya se ha señalado, no se puede distinguir tajantemente entre semántica informal y pragmática. La dicotomía teórico-no-teórico, por ejemplo, exhibe rasgos pragmáticos a causa de su referencia al *uso* que se hace de ciertas leyes. Además, el esquema actual puede ser enriquecido de forma natural con conceptos de naturaleza incuestionablemente pragmática. Quizá, por tanto, puede ocurrir que ello sea el punto de partida de una pragmática sistemática que se ha retrasado por largo tiempo. Hablaremos de conceptos de género incuestionablemente pragmático si se refieren a *personas* e *instituciones humanas*, a *situaciones de conocimiento* y a *creencias*, a *procedimientos de contrastación* y *confirmación*, a *intervalos de tiempo histórico*, etcétera.

La noción pragmática más importante introducida en [47], [52] y [53] era la de *tener* o *mantener una teoría*[1]. Era distinta a los conceptos no-pragmáticos de red teórica y de aserción empírica de elementos teóricos y redes teóricas. El principal objeto de la introducción de esa noción era el de tender un puente entre las filosofías de la ciencia de orientación sistemática e histórica. En particular y con la ayuda de tal concepto, era

[1] Al margen de detalles menores, la principal diferencia entre mi caracterización de esta idea y la de Sneed estribó en mi intento de librarme de tratar el conjunto *I* de aplicaciones propuestas como una entidad platónica, al contrario de Sneed.

posible precisar algunos aspectos importantes del concepto de *ciencia normal* en el sentido de Kuhn y de *programa de investigación* en el sentido de Lakatos. El hecho de que varias personas pertenezcan a la misma tradición de ciencia normal puede expresarse, por ejemplo, diciendo que mantienen una y la misma teoría.

Desde la introducción de esa noción, Moulines ha mostrado en [32] que podemos usar también las redes teóricas como punto de partida para introducir y analizar conceptos pragmáticos. Llamemos a las redes teóricas en el sentido del capítulo 4 *redes abstractas (redes a.)*. Constan de elementos teóricos abstractos, esto es, de pares $\langle K, I \rangle$ donde $K$ es un cuarteto $\langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle$ (omitiendo la 'función de cercenamiento' $r$) e $I$ es un conjunto de aplicaciones propuestas. La disposición jerárquica de los elementos teóricos a., es decir, su ordenación parcial, viene generada por la relación de especialización.

Decidimos crear ahora redes teóricas *pragmáticamente enriquecidas (redes teóricas p.e.)* a partir de elementos teóricos pragmáticamente enriquecidos *(elementos teóricos p.e.)*. Un *elemento teórico p.e.* es un cuarteto $\langle K, I, SC, h \rangle$. Aquí $K$ e $I$ tienen el mismo significado que anteriormente. $SC$ es una *comunidad científica* y $h$ es un *intervalo de tiempo histórico*, tales que $SC$ pretende aplicar $K$ a $I$ durante $h$. Tanto las especializaciones de núcleo como las especializaciones de elementos teóricos se introducen en perfecta analogía con el caso abstracto. Obtenemos con ello una *red teórica p.e.* $N$ en la que la comunidad científica y el tiempo histórico permanecen inalterados de principio a fin, es decir, para todo par $T_i, T_j \in N$, $SC_i = SC_j$ y $h_i = h_j$. A cada elemento teórico p.e. y a cada red teórica p.e. le corresponde unívocamente un elemento teórico abstracto y una red teórica abstracta respectivamente.

Esos elementos teóricos p.e. y redes p.e. pueden usarse *para estudiar distintas clases de desarrollos de teorías, llamadas evoluciones teóricas*[2]. Tal estudio tiene interés por sí mismo. Debería observarse, sin embargo, que los próximos pasajes pueden ser considerados también como un paso preparatorio hacia una adecuada comprensión de la noción de Kuhn de 'ciencia normal', pues como pronto se aclarará, que un científico trabaje dentro de un marco históricamente dado no implica de ningún modo un 'irracionalismo' por su parte.

Desde una perspectiva histórica, una red p.e. particular exhibe una *estructura estática* por cuanto con cada red teórica p.e. $N$ hay asociado unívocamente un intervalo de tiempo histórico $h_N$. Por medio de la relación $h_N \leq h_{N'}$ que nos dice que el intervalo de tiempo $h_N$, asociado con la

[2] Desearía resaltar que sólo por razones de *vivacidad* Moulines escogió la palabra «evolución», e igualmente ese es el caso de mi elección de la expresión «árbol evolutivo» en el capítulo 6. No se pretende ningún paralelismo con la evolución biológica. Por tanto y como ejemplo, las críticas de J. Losee, [25], no se aplican a los casos presentes.



red p.e. $N$, *es previo al* intervalo de tiempo $h_{N'}$, asociado con la red p.e. $N'$, obtenemos *sucesiones temporales de* redes teóricas p.e. "La red p.e. $N'$ *sigue inmediatamente* a la red $N''$ abrevia: "$N$ es previa a $N'$ y no hay una red p.e. $N''$, diferente de $N$ y $N'$, tal que $h_N \leq h''_N \leq h'_N$".

Una *evolución teórica* $E$ es una sucesión de redes p.e. $N_1, N_2, \ldots$, tal que, para todo $i$, $i \geq 1$, $N_{i+1}$ sigue inmediatamente a $N_i$ y $N_{i+1}$ es un refinamiento propio de $N_i$.

Podemos analizar las *características epistémicas* de una evolución teórica incorporando factores adicionales que conducen a distinciones más finas. En particular, pueden incluirse ciertos *aspectos confirmatorios* sin que nosotros mismos nos comprometamos con una teoría de la confirmación preconcebida. Supóngase, por ejemplo, que hay ciertas *relaciones epistémicas* entre $SC$, por un lado, y las aplicaciones propuestas de sus redes teóricas abstractas, por otro. Bastaría para nuestro propósito presente suponer que hay una *unanimidad general* entre los miembros de $SC$ sobre si un subconjunto $I'$ de $I$ es una aplicación *bien confirmada* de $K$ o no. En caso positivo llamemos al conjunto de aplicaciones $I'$ *seguro para todos* los miembros de $SC$ durante el período histórico $h$. Puede haber otras aplicaciones de $I$ que sólo sean *creídas* por *algunos* miembros de $SC$, esto es, por un subconjunto $SC_0$ de $SC$ ($SC_0$ podría constar, incluso, de un solo miembro). Estamos aquí analizando la situación *con completa independencia* de si nos parecen aceptables o no algunas de las actitudes epistémicas de esos miembros. En otras palabras: *nos mantenemos epistemológicamente neutrales.*

Debe distinguirse tajantemente entre este sentido de neutralidad epistémica y el que no especifiquemos más las relaciones epistémicas mencionadas. Mientras lo último significa que dejamos completamente abierta la cuestión de si *la comunidad científica bajo consideración* consta de 'inductivistas' o 'deductivistas', de 'bayesianos' o 'antibayesianos', etc., la neutralidad epistémica quiere decir que *nosotros mismos* no nos comprometemos en ninguno de esos aspectos. Podemos, por supuesto, decidir abandonar nuestra indiferencia en cualquiera de esas dos dimensiones o en ambas. En el primer caso, el resultado sería un estudio de las evoluciones teóricas cuyos miembros fueran 'popperianos' o 'bayesianos', etc. En el otro, es decir, renunciando a la neutralidad epistémica, ello significaría no sólo *describir* una evolución teórica (más o menos específica), sino también *evaluarla críticamente*. Al combinar ambas tendríamos cosas como, por ejemplo, 'análisis inductivistas de evoluciones teóricas popperianas', 'análisis popperianos de evoluciones teóricas bayesianas', etc. Estrictamente hablando, se renuncia a la neutralidad sólo en el momento en que *decidimos aceptar como epistémicamente superior* un tipo de análisis. Esta observación será relevante al final de este capítulo cuando comentemos el *aspecto metodológico-normativo* de la teoría de programas de investigación de Lakatos.

Vistas desde este aspecto confirmatorio, las evoluciones teóricas pueden ser *'óptimas' en dos respectos diferentes*. Puede ocurrir, en pri-

mer lugar, que para dos redes arbitrarias $N_i$ y $N_j$ de una evolución teórica $E$[3], tales que $N_i$ sea previa a $N_j$, el conjunto de aplicaciones seguras de $N_j$ incluya propiamente el conjunto de aplicaciones seguras de $N_i$. Tal es el caso de una *evolución teórica progresiva*. Una evolución teórica progresiva tiene lugar, intuitivamente hablando, no sólo si se descubren sucesivamente leyes de diferentes niveles de generalidad (como ocurre en *todos* los casos de evolución), sino si, además, hay una mejora creciente en la confirmación, situación consistente en un crecimiento sucesivo del ámbito de aplicaciones seguras. En segundo lugar, una *evolución teórica progresiva* $E$ puede ser de tal naturaleza que para toda red teórica $N_i$ de $E$, diferente de su último miembro, hay una red 'posterior' $N_j$, es decir, con $h_j > h_i$, de $E$ para la que se cumple lo siguiente: todas las aplicaciones admitidas por algunos miembros de la comunidad científica en el tiempo de $N_i$ son seguras para todos los miembros de esa comunidad en el tiempo de $N_j$. Esta es una *evolución teórica perfecta*. Intuitivamente hablando, una evolución teórica perfecta, además de progresiva, 'colma las esperanzas' en el sentido de que las suposiciones hipotéticas de ciertos miembros de la comunidad en un momento dado resultan, más tarde, estar bien confirmadas de acuerdo con el 'código de confirmación' de la comunidad, de forma que esas suposiciones pueden ser aceptadas como seguras.

Mientras el concepto de una evolución teórica progresiva aún conserva una 'idea realista' y se parece a un 'programa de investigación progresivo' en el sentido de Lakatos, la «evolución teórica perfecta» denota un 'ideal utópico' para el que con toda probabilidad no hay ejemplos históricos.

Podrían usarse los posibles complementos y modificaciones mencionados al final del capítulo 4 para introducir nociones adecuadas y más ricas de evolución. Se podrían analizar, entonces, no sólo los desarrollos de teorías *individuales aisladas*, sino también todo el conjunto de estructuras teóricas jerarquizadas. Tal estudio habrá de esperar hasta que estén disponibles los resultados sistemáticos concernientes a las relaciones interteóricas apropiadas.

Puede también incorporarse en el concepto de evolución teórica la noción kuhniana de *paradigma* de forma que nos libremos del supuesto especial y demasiado restrictivo de [52], según el cual el paradigma era introducido en un primer momento por *personas particulares* (o por *una* persona). Por conveniencia, se pospondrá una nueva discusión de esta cuestión hasta el capítulo 8.

El aparato conceptual pragmáticamente enriquecido arriba esquematizado deriva parte de su importancia de su utilidad para el estu-

[3] No olvidemos que, por definición, una evolución teórica consiste en un *refinamiento* sucesivo y gradual de la red original.



dio de procesos históricos concretos. Como Moulines ha sido capaz de mostrar, *la evolución de la mecánica de partículas newtoniana* fue una evolución progresiva durante un cierto período de su historia, pero nunca fue perfecta. De tales resultados no se sigue que el carácter utópico de las evoluciones perfectas haga de este concepto algo sin valor. Puede usarse, por ejemplo, para conseguir una firme comprensión del 'trecho existente entre ideal y realidad', colocando el ideal no al metanivel del análisis del filósofo, sino al nivel-objeto de los miembros de las comunidades científicas.

Esto no significa, por supuesto, que dentro del presente enfoque los ideales sólo puedan ser *descritos*. También pueden ser entendidos *normativamente*. Como se ha señalado antes, el filósofo que ha decidido aceptar una teoría de la contrastación y confirmación, puede *comentar críticamente* los pasos individuales de una evolución teórica. Para que tal comentario tenga una utilidad epistemológica e histórica, las *aserciones empíricas* de los distintos estadios de la evolución deben analizarse y reconstruirse cuidadosamente. Se necesita, además, un cuidado especial en la descripción de los procedimientos de confirmación que se aceptan en *SC*. Merece la pena mencionar esto porque a menudo hay una gran diferencia entre los métodos *usados realmente* por los científicos y los métodos *que ellos creen que han usado*. El hombre, filósofo y científico Isaac Newton es un ejemplo impresionante de esto, pero está lejos de ser el único. En cualquier caso, el comentario será tanto más interesante cuanto mayor sea la diferencia entre las concepciones sobre contrastación y confirmación de los miembros de *SC*, por un lado, y las del filósofo que traza la evolución teórica, por otro. El aspecto '*normativo-metodológico*' del 'racionalismo crítico' quizá puede ser interpretado de ese modo, al menos parcialmente. Yo sólo deseo prevenir contra el absolutismo en cualquiera de las direcciones. Por interesante que desde un punto de vista popperiano pueda ser criticar una evolución teórica de una comunidad cuyos miembros se adhieran a las 'prescripciones inductivistas', evaluar desde un punto de vista bayesiano una evolución teórica de obstinados no-inductivistas podría, quizá, serlo aún más.

Capítulo 6

# PROGRESO, PROGRESO RAMIFICADO, LA PERDIDA DE KUHN Y LA RACIONALIDAD DE LA CIENCIA

El concepto de progreso tal y como se aplica a la ciencia normal en el sentido de Kuhn, esto es, de progreso en donde se retiene el núcleo básico, ya ha sido discutido en el capítulo 5. Junto a ello, el último párrafo del capítulo 5 señalaba una ambigüedad en «progreso», en el sentido de «progreso con respecto a la confirmación». Puede hacer referencia o a tal progreso *de acuerdo con las convicciones de la comunidad científica* que pertenece a la sucesión histórica de redes pragmáticamente enriquecidas o puede significar progreso confirmatorio *desde el punto de vista del filósofo (o historiador) que analiza esos fenómenos*. El primero puede denominarse progreso confirmatorio a nivel-objeto y el segundo, progreso confirmatorio al metanivel. Nos hemos dado cuenta de que esos dos significados de «progreso» pueden divergir el uno respecto al otro, y frecuentemente lo harán. Sin embargo y en aras de la simplicidad, en esta sección sólo usaremos una noción indiferenciada de progreso. Esto no producirá confusiones, pues el lector puede, en cualquier punto, usar cualquiera de las dos interpretaciones mencionadas.

Aun sin considerar la distinción entre el nivel-objeto y el metanivel, podemos, desde un punto de vista lógico, distinguir entre tres tipos de progreso 'científico normal': (1) *progreso teórico*, consistente en un refinamiento de la red de núcleos de elemento teórico, (2) *progreso empírico*, en donde se da un incremento del conjunto de aplicaciones propues-

tas: $I_t \subset I_{t+1}$ y (3) *progreso en confirmación* por el que presuntos elementos se transforman en elementos en firme de $I$.

Para cada uno de esos tres tipos de progreso se da la posibilidad de una *ramificación*[1]. Podemos hablar de la posibilidad de un *progreso ramificado puramente teórico* en un momento histórico $t$ si, dada la situación en $t$, pueden lograrse con éxito al menos dos refinamientos diferentes de la red teórica y, además, solamente pueden llevarse a cabo de forma simultánea o bien corriendo el riesgo de caer en inconsistencias o llegando a una incompatibilidad con datos empíricos aceptados.

Con respecto al segundo tipo de progreso ramificado nos limitaremos, por mor de la simplicidad, al caso de un solo núcleo de elemento teórico $K$ y al conjunto de sus aplicaciones propuestas $I$. Podemos hablar de un *progreso ramificado puramente empírico* si los 'datos' a los que se aplica $K$[2] crecen en el tiempo de tal forma que las direcciones de crecimiento son mutuamente incompatibles. Sneed ha estudiado esos procesos de crecimiento con algún detalle en [49], págs. 10 y ss. Parte del concepto de *conjunto K-compatible máximo*. Este es un *posible* conjunto $I$ que no puede ser ampliado sin sacarlo al mismo tiempo de $A(K)$. Tal conjunto $K$-compatible máximo es, para decirlo sencillamente, una *posible dirección* en la que pueden desarrollarse en el tiempo las aplicaciones de $K$ coronadas por el éxito. *No hay ninguna razón para suponer que para un K dado sólo hay un conjunto K-compatible máximo.* Al contrario, normalmente el número de esas 'posibilidades empíricas de desarrollo ideales' del núcleo de elemento teórico $K$ será muy amplio.

Aún existe la siguiente tercera posibilidad de ramificación: Puede ocurrir que una comunidad científica en un momento $t$ pueda *o* perfeccionar con éxito la red dejando incambiado el conjunto $I_t$ *o bien* escoger un $I_{t+1}$ (o, incluso, varios $I_{t+1}$) de forma que $I_t \subseteq I_{t+1}$, pero sólo a costa de no perfeccionar la red.

Yo no estoy muy seguro de cómo describiría Kuhn esas situaciones. Según el texto de su Postdata 1969, las ramificaciones no son posibles en el caso 'científico normal'. Por otro lado, yo preferiría reservar la palabra «revolución» para el caso de un 'desalojo teórico' en donde se toma un punto de partida radicalmente nuevo comenzando con un nuevo $K_0$. Quizá lo mejor sería distinguir los casos presentes como una tercera categoría, dejando al historiador la descripción detallada según el caso de que se trate. Con respecto a algunas situaciones históricas él puede preferir decir que la comunidad científica se subdividió en dos partes y cada una de ellas siguió un camino diferente. En otros casos será más apropiado hablar de un pequeño subgrupo que se desgajó de la comunidad principal, etc.

[1] He mencionado este fenómeno previamente en [53], págs. 158-161, y en [54], págs. 30-32.

[2] Esta es sólo una forma pintoresca de decir que $I \in A(K)$.



Estos resultados, por supuesto, sólo describen *posibilidades*. Sería una cuestión de investigación histórica el establecerlas para teorías físicas particulares en ciertos estadios de su desarrollo, ilustrándolas, por consiguiente, con ejemplos concretos de la 'vida real'. A pesar de ser sólo potencialidades si se las considera desde un punto de vista puramente sistemático, son importantes en dos sentidos. Revelan, primero, la admisibilidad de trazar un cuadro de las evoluciones científicas como 'árboles evolutivos' y, en segundo lugar, localizan ciertos *límites de la razón teórica humana*.

Esos límites son de naturaleza muy diferente a la de los que Kant pretendía haber descubierto. Intentemos formular esa diferencia. La cuestión de *si hay progreso* en alguno de los sentidos antes mencionados sólo puede ser respondida, en principio, por medio del razonamiento teórico; éste incluye, por supuesto, la evaluación del 'acuerdo con los datos', 'la fuerza explicativa', etc. Sin embargo, la cuestión de qué *debe hacerse en los puntos de bifurcación* ya no puede responderse solamente con el razonamiento teórico. Esto no significa que la razón teórica se lance contra límites que no pueda trascender. Sólo quiere decir que el razonamiento teórico cede el paso a una deliberación práctica. Se trata, por tanto, de qué *hacer*, es decir, de un problema de *decisión*.

No deberían sacarse conclusiones precipitadas de esto. En particular, no debe interpretarse que esto es lo mismo que decir que en esos puntos 'la racionalidad toca a su fin' y que, por ello, hemos de rendirnos a 'la arbitrariedad subjetiva y la irracionalidad', pues «racionalidad» no significa lo mismo que «razonamiento teórico». Apropiándonos de la terminología de Kant, podríamos decir que en los puntos de posibles ramificaciones en el progreso hemos de pasar del dominio de la *razón teórica* al dominio de la *razón práctica*.

En conexión con esto, los últimos trabajos de Carnap sobre la denominada 'lógica inductiva' pueden tener un interés inesperado, al menos si se reinterpretan como el asentamiento de los fundamentos de la teoría de la decisión, tal y como yo lo interpreté en [51a].

T. S. Kuhn ha puesto varias veces de relieve el papel de los *juicios de valor* y las *decisiones* en el curso del desarrollo científico. La mayoría de los críticos le han objetado esto como un síntoma de su supuesto 'subjetivismo epistemológico'. Sin embargo, no podemos renunciar a los 'juicios de valor y decisiones' en los puntos de bifurcación ya que no hay razones puramente teóricas que nos digan si deberíamos seguir todas las direcciones posibles o sólo algunas y, si es así, cuáles. Por tanto y con respecto a los períodos pertenecientes a lo que Kuhn llama «ciencia normal» la crítica es, cuando menos, infundada.

De hecho, tampoco puede justificarse la crítica en el 'caso revolu-

cionario'. En ese caso, la situación se torna mucho más dramática y excitante filosóficamente, y también mucho más compleja. En primer lugar, no existe solamente la posibilidad de un progreso ramificado. En los casos en que una teoría $T$ es desalojada por una teoría más progresiva $T'$[3], difícilmente podemos decir algo sustancial acerca de qué otras teorías igualmente progresivas respecto a $T$, $T''$, ..., $T^{(n)}$, *podrían haberse ideado*, si ninguna de esas teorías pasó por la mente de un ser humano. En segundo lugar, esta vez podríamos encontrar un problema fundamental. ¿Qué *significa* decir que una revolución científica, en el curso de la cual una nueva teoría toma el lugar de otra vieja, *'es progresiva'?* Con respecto a esta cuestión, muchos filósofos parecen ser escépticos y consideran que el intento de analizar semejante concepto de progreso es una empresa sin esperanzas. Ya que esos mismos filósofos creen en la ciencia como una empresa racional y progresiva, se sienten obligados a oponerse a la noción de un 'cambio radical de paradigma' en el sentido de Kuhn.

Parte de ese escepticismo proviene posiblemente del enfoque enunciativo, es decir, de considerar las teorías como clases de sentencias. Pues las sentencias, formuladas en lenguajes diferentes y con diferentes vocabularios, parecen ser incomparables. Por otra parte, dentro del enfoque estructuralista la estructura interna de teorías diferentes, tal y como se expresa en sus redes de núcleos y redes teóricas, puede analizarse en el mismo lenguaje informal. Hay, por consiguiente, esperanzas de que también pueda explicarse el concepto de progreso científico 'revolucionario' como una relación entre teorías que tienen núcleos distintos. Si ello realmente puede hacerse, no debe serlo con la ayuda de una metafísica teleológica, sino en términos de *relaciones interteóricas adecuadas*.

En [52] formulé la atrevida hipótesis de que la relación de *reducción* podría cumplir esa función. La idea básica se remonta a Adams. Sneed la mejoró en muchos aspectos en [47] y la hizo aplicable a su marco de análisis, mucho más complejo y sofisticado. Yo la simplifiqué mucho en [52] sin que perdiera precisión. Por último, Balzer y Sneed en [4], junto a diversas mejoras, la transfirieron al 'lenguaje de redes'.

Llamo 'atrevida' a la afirmación de que el concepto de progreso revolucionario puede ser reconstruido en términos de una relación interteórica de reducción porque la caracterización de la relación de reducción, al nivel de la filosofía general de la ciencia (véase capítulo 8), no nos dice cómo han de resolverse los problemas *especiales*, problemas que surgen tan pronto como ha de aplicarse esa relación a dos teorías en particular y tales que una de ellas reemplaza a la otra.

La idea básica de la relación de reducción puede caracterizarse intuitivamente del modo siguiente. Hemos de partir del hecho de que, normalmente, la teoría reductora $T'$ es más rica en medios de expresión que la teoría reducida $T$. Lo que, desde el punto de vista de $T$, es un solo y mismo acontecimiento, considerado desde $T'$, puede dividirse en muchos y diferentes. Por consiguiente, en el caso general, no hay ninguna correspondencia inyectiva entre $M_{pp}$ y $M'_{pp}$, sino una relación uno-muchos $R$; en otras palabras, $R$ *hace corresponder reductivamente* $M_{pp}$ *con* $M'_{pp}$, $rd(R, M_{pp}, M'_{pp})$, en el sentido de que la conversa de $R$ es una función de $M'_{pp}$ en $M_{pp}$. El concepto de *reducción* de un elemento teórico dado $T$ a un elemento teórico $T'$ ha de captar la idea, existente en $R$, de que, en primer lugar, $rd(R, M_{pp}, M'_{pp})$ y, en segundo, todo lo que el elemento teórico reducido dice acerca de una aplicación dada es implicado por lo que dice el elemento teórico reductor acerca de cualquiera de las aplicaciones correspondientes. Siendo $\tilde{R}$ la relación 'que opera a un nivel superior' al de $R$[4], el segundo requisito puede ser expresado por:

«Para todo $\langle X, X' \rangle \in \mathbf{Po}(M_{pp}) \times \mathbf{Po}(M'_{pp})$, si $\langle X, X' \rangle \in \tilde{R}$ y $X' \in A(K)$, entonces $X \in A(K)$.»

(Recordemos que 'lo que una teoría dice acerca de una aplicación dada' se expresa por medio de una sentencia Ramsey-Sneed de la forma $I \in A(K)$.)

La análoga de esta relación de reducción a nivel teórico es la *relación de reducción fuerte*[5]. En consecuencia, la sentencia que se corresponde con la arriba citada dice que siempre que un conjunto de «estructuras reductoras» $Y'$ satisfaga las leyes teóricas y ligaduras de la teoría reductora, el conjunto correspondiente de estructuras reducidas $Y$ satisface las leyes teóricas y ligaduras de la teoría reducida.

El concepto de reducción fuerte puede ser transferido a las 'teorías'. Tal transferencia no es trivial, pues no deben usarse leyes especiales de $T'$ *diseñadas arbitrariamente* para 'reproducir' el efecto de las leyes especiales de $T$. Al contrario, han de usarse leyes de $T'$ que ya tengan un puesto dentro de $T'$. Este requisito intuitivo se satisface si la relación de reducción fuerte $R$ se construye como una relación entre *redes teóricas* $N$ y $N'$ específicas de forma que $R$ reduce fuertemente el elemento teórico básico $T$ de $N$ al elemento teórico básico $T'$ de $N'$ y todo elemento teórico de $N$ a algún elemento teórico de $N'$.

Con la ayuda del aparato conceptual esquematizado arriba podemos tratar de decir lo que *significa* que una teoría en el sentido de Kuhn que haya desalojado a otra precedente, sea *progresiva* con respecto a ésta última. *En tal intento se define el 'progreso revolucionario' en términos de*

[3] Por ello quiero decir que, en términos generales, toda una red, *junto con su núcleo básico*, se abandona y se reemplaza tentativamente por una red diferente con un núcleo básico *diferente*.

[4] Más exactamente, si $rd(R, M_{pp}, M'_{pp})$, entonces $\tilde{R}$ es la clase $\{\langle X, Y \rangle \in \mathbf{Po}(M_{pp}) \times \mathbf{Po}(M'_{pp}) |$ hay una función biyectiva $\varphi$: $X \leftrightarrow Y$ tal que para todo $x \in X$: $\langle x, \varphi(x) \rangle \in R\}$, siendo $\mathbf{Po}(N)$ el conjunto potencia de $N$.

[5] La definición formal precisa se encuentra en Balzer y Sneed, [4], D 10.

*«reducción»*. Con independencia de si tal definición es adecuada o no (*no* es adecuada en esta versión por razones que daremos más tarde), hemos obtenido un interesante resultado intermedio: *Dentro del marco estructuralista es posible introducir relaciones interteóricas que se apliquen a 'teorías' que son 'inconmensurables', en el sentido de tener 'superestructuras teóricas' muy diferentes.* No pretendemos afirmar, por supuesto, que hemos 'resuelto el problema de la inconmensurabilidad'. Hay, sin embargo, buenas razones para esperar que, con ello, hemos dado un *paso importante hacia* la resolución de, al menos, *uno* de los intrincados problemas ocultos tras el término 'inconmensurabilidad' (vid. capítulo 11).

Mientras tanto, la cuestión ha resultado ser más compleja. Antes, sin embargo, de entrar en una discusión de este problema, querría llamar la atención sobre el hecho de que, con respecto al tema del «progreso ramificado», la situación en el caso revolucionario es análoga, en principio, al caso de la evolución de *una* teoría. Esto valdría aún si estuviéramos usando una relación interteórica muy diferente a la de reducción para definir «progreso». Para expresarlo intuitivamente, lo que cuenta para usar ese predicado correctamente es sólo que haya un superávit en los logros de la nueva teoría con respecto a la antigua. Como en el caso de la 'ciencia normal', ese superávit puede presentarse más en el dominio 'teórico' o más en el 'empírico' o en ambos. En cualquier caso, el número de posibles eventualidades es indeterminable.

Posiblemente hay una diferencia de grado entre el caso presente y el de una evolución teórica en dos aspectos:

(I) El peso de la componente decisión es mucho mayor en el caso presente. Al escribir sobre el progreso, muchos filósofos parecen imaginar que vivimos en una especie de paraíso de ensueño en donde tenemos a nuestra disposición recursos ilimitados y todo el tiempo posible. Pero, por desgracia, vivimos en un mundo en donde la mayoría de los medios son escasos, las energías y capacidades humanas están severamente restringidas y el tiempo es limitado. Por ello, una decisión sobre cuántos y qué medios escoger comportará tanto mayor riesgo y responsabilidad cuanto más radical resulte ser el cambio. Una vez que nos damos cuenta de esto, se hace obvio que aunque se trate de un desafío a la racionalidad humana, no tenemos que luchar contra problemas de razonamiento, sino más bien con problemas de toma de decisiones, irreductibles a la 'racionalidad teórica'.

(II) En esta ocasión hay un gran 'retardo de fase' entre la primera sospecha y el conocimiento real. Ya que los recién llegados no sólo han de apañárselas con una red teórica dada, sino que también deben volver a construir por completo otra nueva, comenzando por un nuevo núcleo básico, el trabajo científico puede proseguir durante más de una generación antes de que se llegue a *conocer* el carácter progresivo de la novedad. Por mucho que sea el trabajo hecho en este período a nivel empírico y teórico, los investigadores no sacarán en absoluto fuerzas para trabajar de esos atisbos fragmentarios, sino *de su creencia y esperanza en el éxito final*. Siendo así, podemos decir justificadamente que el nuevo punto de partida no tiene *ni* un fundamento empírico *ni* teórico y que de ningún modo es irracional. Puesto que la realización del trabajo depende del crecimiento de la comunidad científica, no hay por qué sorprenderse demasiado de que se hagan intentos continuos por ganarse a las personas interesadas para que colaboren y esto por medio de métodos que se asemejan más a la propaganda que a los argumentos racionales.



Todos los conceptos mencionados antes pertenecen a la familia de la reducción *estricta*. Será necesario en muchos casos reemplazar los conceptos que pertenecen a esta familia por otros más liberales de tipo *aproximativo*. Aunque el enfoque estructuralista no contenía originalmente ninguna referencia a la aproximación, se han hecho recientemente intentos prometedores para analizar conceptos como aplicación aproximada de teorías y reducción aproximativa de unas teorías a otras. Desafortunadamente, las mayorías de los estudios en este campo son altamente técnicos pues requieren el uso de métodos topológicos fuertes (vid. capítulo 10).

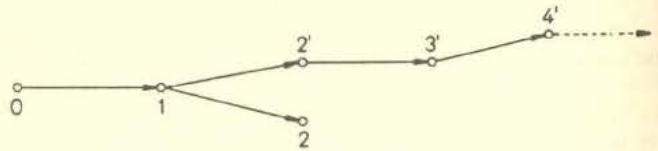
El problema de la aproximación no es el único que ha surgido. Entretanto ha ocurrido que junto a la *inconmensurabilidad teórica* existente en las diferencias de naturaleza de las superestructuras teóricas de las teorías reductora y reducida, encontramos una nueva dificultad que puede denominarse *inconmensurabilidad empírica*. Técnicamente hablando, no se cumple un presupuesto general hecho en todos los conceptos de reducción mencionados, a saber, que hay una relación uno-muchos entre $M_{pp}$ y $M'_{pp}$. Con frecuencia, no puede construirse ninguna 'correspondencia natural' entre los modelos parciales potenciales de las dos redes teóricas. En el capítulo 11 ilustraré este problema tan sutil con un ejemplo con el que está trabajando Sneed en la actualidad. Se debe esperar que el resultado de esas investigaciones contribuirá, al menos, a la solución de *otro* aspecto del 'problema de la inconmensurabilidad'. Esté o no en lo cierto al suponer eso, conlleva en cualquier caso una fuerte concesión a la tesis de Feyerabend de que el problema (o problemas) de la inconmensurabilidad es mucho más serio de lo que la mayoría de los filósofos parece reconocer.

Durante los últimos años varios autores han tratado de establecer la unidireccionalidad del progreso científico recurriendo al concepto de verdad de Tarski. Me parece que todos esos intentos constituyen un uso inadecuado con fines epistemológicos de un concepto importante de la teoría de modelos. Se puede tratar de mostrar básicamente de dos for-

mas que *es* un mal uso. Una posibilidad sería mostrar que no es adecuado para tal fin analizando el concepto semántico de verdad y evaluando su eficiencia. Tal clase de crítica ya ha sido anticipada por Quine en el antepenúltimo párrafo de su [39], cap. I, que comienza con la siguiente frase: «Podemos hablar y hablamos razonablemente de que esta o aquella sentencia es verdadera cuando, de hecho, nos volvemos a introducir dentro de una teoría efectivamente presente aceptada, al menos, hipotéticamente.» Recientemente H. Field, en su excelente artículo [14], ha puesto al descubierto las raíces de algunas malinterpretaciones epistemológicas de la obra de Tarski y me parece que ha destruido las esperanzas de todos aquéllos que creían que el progreso científico podía ser definido como una convergencia hacia la verdad.

Nosotros hemos tomado la segunda vía. Nuestros resultados sobre la posibilidad de un progreso ramificado en los dos tipos principales de cambio teórico contienen una refutación directa de la concepción de la unidireccionalidad del progreso y, con ello, una refutación indirecta de la identificación del progreso con la convergencia hacia la verdad. Desde el punto de vista de sus resultados, el camino indirecto que escogemos es preferible a causa de que nos exime de discutir la noción de verdad. Basta con que nos percatemos de que las principales formas de progreso en la física consisten o en una expansión del conjunto de aplicaciones propuestas o en un refinamiento de la red teórica o en una relación interteórica que se da entre dos teorías y en todos esos casos son posibles las ramificaciones.

Las diferentes formas de progreso ramificado se pueden utilizar para explicar un aspecto de un fenómeno curioso, observado por primera vez por T.S. Kuhn y llamado desde entonces *pérdida de Kuhn*[6]. Podemos representar gráficamente la situación del modo siguiente:




Cada flecha representa un paso progresivo. La naturaleza exacta de esos pasos es irrelevante para la cuestión que nos ocupa. El punto 1 es un nudo en donde comienza una bifurcación en dos direcciones. Pero en una de las dos ramas, en el punto 2, el progreso termina. Recordemos

[6] Sólo quiero referirme deliberadamente a *un aspecto* de ese fenómeno. El hecho de que, como Kuhn señala, tras una revolución algunos de los viejos problemas pierdan su importancia o, incluso, sean declarados «no científicos» requeriría una explicación muy diferente.



que ello no significa algo como «falsación definitiva en el punto 2». Sólo equivale a algo semejante a esto: los miembros de la comunidad científica, posiblemente después de un período muy largo de infructuosos intentos, perdieron en ese punto la esperanza de conseguir algún progreso. Si al principio se decidió tomar sólo la vía de 1 a 2, la revisión ha de comenzar en el estadio anterior 1. Partiendo de ahí se dieron cada vez más pasos progresivos. *Pero los logros específicos conseguidos en el paso de 1 a 2 ya no podrán nunca volverse a producir.* La descripción es, en cierto modo, confundente pues es *posible*, por supuesto, que en algún estadio de la otra rama: 1, 2′, 3′, ..., todos esos logros *sean* reproducidos, mas *no es necesario* que tal cosa ocurra siempre. Y eso es todo lo que necesitamos, pues entonces habrá una *incomparabilidad parcial* entre 2 y *todos* los puntos de la otra rama.

Podemos sacar dos conclusiones de ello: Primera, si por «la solución del problema de la inconmensurabilidad» se pretende demostrar que en todos los casos de incomparabilidad *aparente* debe haber una comparabilidad 'verdadera' subyacente, entonces no hay solución a ese problema. Segunda, el hecho de que el progreso se detuviera en 2 no implica que la comunidad científica debe olvidarse de los logros alcanzados en ese punto. Pueden *decidir* hacerlo así o *decidir* en otro sentido. Como decidan dependerá de cuán importantes sean para ellos las realizaciones irreproducibles. Aun en los casos de progreso bloqueado, el razonamiento práctico puede sustituir al razonamiento teórico en los puntos de ramificación.

Capítulo 7

# SOBRE LA IMPORTANCIA DE LA DISTINCION ENTRE FILOSOFIA GENERAL DE LA CIENCIA Y ESPECIAL. LA CONCEPCION NO-ENUNCIATIVA$_3$

Feyerabend se lamenta en la pág. 363 de las irritantes repeticiones de mi [52]. Trataré, primero, de clasificar esas repeticiones y de mostrar, después, cuál es su naturaleza. Por sí mismo, sería necio abordar un punto sin importancia. La única justificación que puedo dar es que pretendo entrar a discutir una importante distinción que puede explicarse mejor por referencia a las repeticiones mencionadas.

(1) En la parte I, caps. 1-5, hice una exposición comprehensiva del método de Ramsey tal y como Sneed lo modificó y corrigió. El método usado es *lingüístico-intuitivo* y en él los símbolos de la lógica moderna sólo sirven como abreviaciones. Había dos razones independientes para la elección de ese punto de partida. En primer lugar, el aspecto más difícil de entender en el enfoque de Sneed parece ser *el problema de los términos teóricos*. Ya que ése es el origen del recurso al enfoque de Ramsey y de las distintas modificaciones de la sentencia de Ramsey, parecía natural escogerlo como punto de arranque. En segundo lugar, la edición alemana de [52] era sólo el segundo volumen de [49a]. El último capítulo del primer volumen contenía una discusión de la sentencia de Ramsey desde el punto de vista tradicional. Parecía por ello acertado comenzar el segundo volumen con una continuación de esa discusión, que ya era necesaria por la primera razón.

(2) En la parte I, cap. 7, la representación lingüístico-intuitiva fue

reemplazada por la basada en *la teoría de conjuntos informal*. La sentencia de Ramsey modificada (sentencia Ramsey-Sneed), que en su versión lingüística, y a pesar del uso de símbolos lógicos, era una fórmula bastante tosca, la fórmula (VI) de la pág. 90, se transforma ahora en un enunciado que se asemeja a una proposición atómica de la teoría de conjuntos, esto es, $I \in A(K)$ o $I \in A_r(E)$ [o, en la presente discusión, $I \in A(\mathrm{N}^*)$].

(3) Las investigaciones de (1) y (2) no se refieren a ninguna teoría particular. Para ilustrar el aparato conceptual con un ejemplo concreto se utilizaba una *miniteoría ficticia m* («ficticia» en un sentido no más fuerte que aquel en el que son ficticias *todas* las discusiones dentro de $c.e._1$, como se explicó en el capítulo 1).

(4) En el capítulo 6 de la parte I, el aparato general se aplica a una *teoría empírica real*, no ficticia, la mecánica de partículas clásica. Esa sección, sin embargo, es mucho más breve que la correspondiente en Sneed [47].

Desde un punto de vista sistemático (1) y (3) son innecesarios. Sólo pueden justificarse por motivos didácticos y psicológicos (y éstos, por supuesto, valen para el lector medio, pero no para un lector experimentado como Feyerabend). La diferencia entre las representaciones (2) y (4) es, por otro lado, inevitable. Las exposiciones del tipo (2) pertenecen a la *filosofía general de la ciencia*, las de la clase (4) a la *filosofía especial de la ciencia*. Aun admitiendo gradaciones, esa diferencia es fundamental. Dado que solamente después de la publicación de [52] llegué a ser consciente de su importancia, haré unas cuantas observaciones sobre ella.

Las actitudes de los filósofos de la ciencia hacia esta distinción difieren grandemente. Por un lado, están aquellos que creen que la mayoría de los conceptos 'metacientíficos' importantes —como 'teoría', 'ley', 'explicación', 'disposición', 'corroboración', etc.— pueden explicarse dentro de la filosofía general de la ciencia. Prácticamente todos los positivistas y los primeros empiristas, aunque también otros muchos filósofos, pertenecen al primer grupo. Por otro, hay algunos que se muestran escépticos a tal respecto y sólo creen en la posibilidad de su elucidación en el contexto de las teorías particulares. P. Suppes, por ejemplo, debe asignarse presumiblemente a este segundo grupo. (Esta es, quizá, dicho sea de paso, la razón por la que su nombre no se menciona normalmente cuando la gente habla de 'los grandes filósofos de la ciencia de nuestro tiempo'. Difícilmente encontraremos en los escritos de Suppes arrebatadoras observaciones sobre la totalidad de la ciencia. Sin embargo y aparentemente, para ser considerado un gran filósofo en este mundo, el mejor de los posibles, uno debe dejar caer comentarios de esa clase.) Algunos de los filósofos de una mayor orientación histórica deben ser considerados también como pertenecientes a este segundo



grupo ya que, en su opinión, no sólo resulta alterado en el caso de un cambio paradigmático radical el contenido de los términos científicos, sino también el de los términos metacientíficos[1].

Cuando mi [52] se publicó, yo me debería haber considerado como perteneciente al primer grupo. Aun cuando todavía estoy convencido de la importancia de la filosofía general de la ciencia, mi posición se ha acercado a la de Suppes en el siguiente aspecto esencial: Siempre que la cuestión de que se trate sea el análisis de un concepto metacientífico importante, no podemos dar a nivel de filosofía *general* de la ciencia condiciones suficientes y necesarias para tal concepto. Debemos, más bien, contentarnos con dar algunas condiciones necesarias.

Con respecto a mi [52], ello tiene el siguiente efecto. La mayor parte de las definiciones dadas allí y que pertenecen al nivel (2), pierden ese carácter y debe interpretarse que sólo dan condiciones necesarias. Esto se refleja técnicamente en la introducción en [52] de conceptos tales como «matriz-n de una teoría de la física matemática» (pág. 108), «es una ligadura para» (pág. 113), «es una ley» (pág. 114), por el hecho de que todos los «syss» han de ser reemplazados por «sólo si». (Si por razones prácticas, parece aconsejable disponer de definiciones a nivel general, pueden conservarse los syss y anteponer la expresión «potencial» al término definido).

Lo que acabo de describir no es sólo una maniobra técnica para responder a las justificadas objeciones de Tuomela[2]. Al contrario, refleja un cambio drástico en mi actitud filosófica. Como he puesto de relieve en otro lugar[3], posiblemente *el* error fundamental de la mayoría de los actuales filósofos de la ciencia radica en su búsqueda de definiciones dentro de la filosofía general de la ciencia por establecer condiciones suficientes y necesarias. No deseo enumerar las razones de la legitimidad de una filosofía general de la ciencia. En el presente contexto puede bastar la indicación puramente práctica de que es obligada una ejercitación sistemática en el nuevo aparato de redes, subredes y sus relaciones a nivel abstracto, para adquirir la familiaridad suficiente con él que permita su aplicación a casos particulares.

Ilustremos la importancia de las reflexiones pertenecientes a la filosofía *general* con un ejemplo de un campo muy diferente: *la explicación científica*.

(I) Hasta ahora nadie ha logrado dar aún una elucidación adecuada de «explicación nomológico-deductiva de hechos». Ello puede considerarse como un síntoma del hecho de que, en términos generales, no

[1] Como ilustración vid. Shapere, [45], pág. 122.
[2] Vid. [61]. En estas objeciones se dan contraejemplos que satisfacen el *definiens*, aunque no se pretende que sean instancias del *definiendum*.
[3] [56].

pueden darse *condiciones suficientes* y necesarias para ese concepto. Un apoyo adicional a esta afirmación proviene del hecho de que «explicación» es un término *pragmático* y las condiciones pragmáticas suficientes variarán según la materia de que se trate.

(II) A pesar de tal declaración negativa y solamente sobre la base de consideraciones generales, puede verse que desde un punto de vista sistemático deben distinguirse tres tipos de casos:

(1) *La explicación de hechos por medio de leyes deterministas.* Las explicaciones de esta clase presuponen la verdad del *explanandum*, pues sería absolutamente contraintuitivo pretender que algo que ha sido explicado *podría* haber ocurrido, pero de hecho *no* ocurrió.

(2) *Explicación estadística.* Han de distinguirse dos tipos, ninguno de los cuales, propiamente hablando, debe ser llamado 'explicación'.

(a) A uno de ellos pertenecen aquellos casos investigados por primera vez por Hempel. Su procedimiento ha sido mejorado recientemente por P. Gärdenfors[4]. En este caso se intenta conseguir el mayor paralelismo posible entre las explicaciones del tipo (1) y el caso probabilístico. Como ya he mostrado en otro lugar[5], el análisis fracasa debido a la *'paradoja de la realizabilidad de lo improbable'*, pues no es necesario que ocurra un acontecimiento correctamente predicho aun con una alta probabilidad. El que ocurra dependerá del azar. En caso negativo tendríamos que dar a la 'pregunta-que-demanda-una-explicación' la clase de respuesta que acabamos de reconocer como absurda en (1). Sin embargo, la inclinación a usar la expresión «explicación» tiene posiblemente una razón psicológica: si el acontecimiento ocurre —y ocurrirá con más frecuencia en caso de alta probabilidad que si no es así— *con ello se explica por qué era racional esperar la aparición del acontecimiento.* En otras palabras, lo que se explica no es el acontecimiento, sino la racionalidad de esperarlo. Esa racionalidad permanece intacta aun si la expectativa no se cumple.

(b) La segunda clase consiste en aquellos casos que W. Salmon trata de explicar por medio de su 'teoría de la explicación estadística basada en su relevancia'. La 'paradoja de lo improbable' revela de nuevo la inadecuación del término 'explicación', pues en caso de relevancia negativa Salmon debería decir que el acontecimiento ocurrió *porque* tuvo lugar algún otro que *disminuyó* la probabilidad de su aparición. Pero, por supuesto, esto es también absurdo.

Yo, por consiguiente, sugerí en [51a], IV, que se asignaran los casos del primer tipo al dominio de la *inferencia estadística* ('probabilidades

[4] [15].
[5] [51a], segundo volumen.



de un solo caso') y hablar en los casos del segundo tipo de *análisis estadísticos*. Aquellos casos en donde antes de la aparición del acontecimiento se daba un argumento del tipo (a) ('el acontecimiento había de esperarse racionalmente') y tras su aparición, un análisis del tipo (b), supuesta su relevancia positiva ('el análisis revela una relevancia positiva'), pueden denominarse casos de «explicación». No obstante, esto es poco más que una decisión lingüística con respecto a la cual se pueden dar tanto argumentos a favor como en contra.

(3) *Explicación de teorías.* Este tipo es diferente tanto de (2) como de (1). Esta vez, y a diferencia de (2), tiene sentido hablar de explicaciones. Para ver la diferencia entre (3) y (1) hemos de advertir, primero, que la clase más importante de explicación de teorías no es la de las explicaciones *estrictas*, sino la de las *aproximativas*. La «explicación» de las leyes de Kepler por la teoría de la gravitación de Newton es de ese género. Como se *explicará* con más detalle en el capítulo 11, si se considera desde el punto de vista de la teoría explicativa, la teoría aproximativamente explicada es falsa (y sólo 'aproximativamente verdadera'). En nuestro particular ejemplo, ello significa que si la teoría de Newton es correcta, entonces las leyes de Kepler son falsas. Por tanto y al contrario de (1), es la *falsedad* y no la verdad del *explanandum* lo que forma parte del concepto elucidado.

¡Las consideraciones contenidas en (II) pretenden mostrar que sería prematuro, tras la aceptación de (1), pasar a la conclusión de que 'la filosofía general de la ciencia no tiene absolutamente ninguna utilidad'!

Volvamos al tema de la «concepción enunciativa». En el capítulo 1 y 3 distinguimos entre dos significados de esta expresión, pertenecientes ambos a la *filosofía especial de la ciencia* que se ocupa de teorías particulares. Con respecto a ambas nociones de la 'concepción enunciativa' llegamos a un resultado negativo. *La concepción enunciativa*$_1$ es idéntica al enfoque del lenguaje formal y en relación con las teorías físicas interesantes éste último, aunque sea lógicamente posible, *no lo es para los humanos* (en la actualidad y en los siglos por venir); vid. capítulo 1, tesis 1 y su discusión[6]. *La concepción enunciativa*$_2$ según la cual las aserciones empíricas de las teorías han de representarse como clases de sentencias, también fue abandonada; vid. capítulo 3. La razón era totalmente distinta a la primera. Recordemos que consistía en el hecho de que, al menos hasta ahora, no se conoce ninguna solución al problema de los términos teóricos distinta de la de Ramsey. Este resultado, además, se deri-

[6] Por otra parte, aun si la concepción enunciativa$_1$ fuese humanamente posible, todavía sería muy cuestionable si hay *alguna* razón para seguir esa línea de pensamiento. Pues, *¿qué otros atisbos filosóficos y metacientíficos habrían de esperarse con el cambio de la teoría informal de conjuntos por la formalizada?*. ¡Recordemos la situación análoga en matemáticas entre *Bourbaki* y *la metamatemática!*.

va de una premisa empírica, a saber, que la concepción de teoricidad de Sneed es correcta en principio. Por último, al final del capítulo 3 y junto a *c.no-e.*$_1$ y *c.no-e.*$_2$, introdujimos la noción de *concepción no-enunciativa*$_{2.5}$ para explicar el modo en como una ley de la red teórica se integra en la aserción holista de *c.no-e.*$_2$, esto es, en la sentencia de Ramsey-Sneed. Como explicaré al final de la próxima sección, la razón de hacer esto es que leyes que, *prima facie* y consideradas aisladamente, parecen ser *falsables*, se convierten en partes irrefutables de la aserción holista.

En principio, todos estos resultados dejan sin respuesta la cuestión de qué posición hemos de aceptar en relación con la filosofía *general* de la ciencia. Aquí, al igual que hace Feyerabend en [13], págs. 359-363, está justificado considerar los pros y contras de la concepción enunciativa. Y *podríamos* llegar al resultado de que por distintas razones, algunas de las cuales ofrece Feyerabend, dentro de la filosofía general de la ciencia deberíamos favorecer la concepción enunciativa. Pero incluso en esto debemos ser cautos y explicar exactamente lo que queremos decir. De otro modo nos veríamos en problemas, como veremos inmediatamente.

Por *concepción enunciativa*$_3$ entenderé la posición según la cual, cuando se habla filosóficamente sobre teorías, sus realizaciones y sus inconvenientes, *dentro de la filosofía general de la ciencia,* se conciben esas teorías como clases de sentencias o clases de proposiciones. Sería demasiado fácil argumentar en favor de tal actitud del siguiente modo: «Después de todo, esa es la opinión aceptada por casi todos los filósofos de la ciencia y la mayoría de los científicos». El argumentar de esa forma, incluso dentro de la filosofía general de la ciencia, sería querer llevar una vida demasiado fácil. Pues *si* los argumentos contra *c.e.*$_1$ y *c.e.*$_2$ son correctos, *c.e.*$_3$ sólo puede sostenerse en combinación con algún tipo de filosofía del como si. Así el argumento no puede tomar la forma siguiente: «Por tales o cuales razones y dentro de la discusión general sobre teorías, sus interrelaciones, sus aplicaciones, corroboraciones y fracasos, entendemos por 'teoría' lo mismo que 'clase de sentencias de un cierto género'.» La argumentación sólo puede ser semejante a esta: «Por tales o cuales razones y dentro de la discusión general sobre teorías, deberíamos actuar *como si* esas teorías fueran clases de enunciados; en otras palabras: deberíamos actuar *como si c.e.*$_1$, en relación con teorías particulares, fuera posible (aunque no lo es) y, además, deberíamos actuar *como si* los argumentos contra *c.e.*$_2$ fueran falsos y pudieran, por tanto, ser descartados.»

En vez de discutir a este nivel general las virtudes del enfoque estructural, me limitaré a mencionar algunas desventajas y peligros relacionados con *c.e.*$_3$:

(1) Tal y como señalé en el capítulo 1, no podemos ofrecer descripciones elaboradas de teorías físicas importantes dentro de *c.e.*$_1$. Cuando



se habla en términos generales acerca de las teorías como clases de enunciados, pretendemos que podemos hacerlo. Al ser obligados a abandonar esa ilusión en todos los casos particulares nos vemos forzados casi inevitablemente, es decir, por una necesidad psicológica, a cometer otro error fundamental: realizar *una descripción excesivamente primitiva de una teoría física.* La tendencia filosófica a considerar las teorías físicas por analogía con los condicionales universales, como «los cisnes son blancos», ha ocasionado más daño que provecho.

(2) El enfoque del lenguaje formal sugiere la idea de un solo dominio propuesto de la teoría. Aquí, una vez más, no se hace ninguna distinción sobre si hablamos de una teoría particular o nos referimos a las teorías en general. La experiencia nos enseña que parece ser muy difícil librarse de la noción de 'una gran aplicación' y llevar a cabo *la transición a un conjunto abierto I de aplicaciones propuestas.* Es más fácil comenzar de nuevo y que desde el principio el conjunto abierto *I* forme parte de nuestro aparato conceptual. Si no fuera así, al final podría ocurrir perfectamente que no pudiéramos resistirnos a la tentación de la 'aplicación cósmica'.

(3) Si se piensa en términos del 'lenguaje de la ciencia', se dificulta una reacción adecuada a lo que en [52], parte I, 1, llamé el desafío de Putnam y que se ha discutido nuevamente en el presente texto en el capítulo 3. El enfoque lingüístico ha llevado a la subdivisión del lenguaje científico en dos niveles: el lenguaje observacional y el lenguaje teórico. Con ello se imita el método lógico. De la misma forma que en un primer momento, por así decirlo, el lógico subdivide los signos en lógicos y descriptivos, el filósofo de la ciencia diferencia, en un segundo paso, entre aquellos signos descriptivos que son 'términos observacionales' y aquéllos que son 'términos teóricos'. Eso nos impide la captación del hecho elemental de que la 'teoricidad' de un término ha de depender *del papel que juega el término dentro de la teoría.*

(4) Las intuiciones basadas en el enfoque enunciativo resultan ser en muchos casos *extremadamente confundentes.* Aunque esto puede constituir uno de los argumentos más fuertes, no continuaré con ello sino que lo pospondré hasta el próximo capítulo. La discusión en él de la naturaleza epistemológica de la segunda ley de Newton perseguirá dos objetivos diferentes: ofrecerá, primero, una ilustración de lo que he llamado concepción no-enunciativa$_{2.5}$ y, en segundo lugar, mostrará por qué fui demasiado lejos en mi crítica a Kuhn en [52].

(5) El 'crecimiento del conocimiento' en filosofía depende frecuentemente de que se hagan las distinciones correctas en el lugar adecuado. Concedamos, en favor del argumento, que la distinción entre *leyes* y *ligaduras* es importante. Juzgo imposible que alguien pueda descubrir esta dicotomía dentro del enfoque enunciativo dado que no hay ninguna

dificultad en formular las ligaduras 'como si fueran leyes'. Sólo la consideración de estructuras matemáticas, de posibles modelos que satisfagan esas estructuras y de las posibles conexiones cruzadas entre modelos que se solapan parcialmente, nos conduce sin resistencia a distinguir entre esas dos nociones.

(6) Similares observaciones se aplican a la diferenciación entre *teorías* o *redes teóricas, aserciones empíricas de teorías* o *redes teóricas, actos de mantenimiento de una teoría* y *evoluciones de redes pragmáticamente enriquecidas* en el sentido del capítulo 5. En particular, las dos últimas nociones parecen requerirse de forma natural en el enfoque estructural, mientras que sólo con considerables complicaciones y artificiosidad pueden ser introducidas en la concepción enunciativa$_3$. Como puse de relieve en [53], son estas nociones, o algo muy similar a ellas, a las que *los mismos científicos* pretenden hacer referencia cuando hablan de teorías; pues en su discurso normal no entienden por teorías *ni* estructuras matemáticas *ni* clases abstractas de sentencias, sino algo por donde corre la 'sangre de la realidad' y trata de personas, sus habilidades y creencias, expectativas y esperanzas. Todo eso está incorporado en el concepto de mantener una teoría.

Supóngase que seleccionamos por un procedimiento aleatorio a unos cien físicos que trabajen en la tradición newtoniana y los distribuimos a lo largo de dos siglos. Si no interviene el azar caprichosamente, posiblemente no habrá dos de ellos que acepten *exactamente las mismas hipótesis* en sus explicaciones y predicciones. Algunos de ellos trabajarán con fuerzas y leyes de fuerza especiales de las que los otros nunca habrán oído hablar, etc. Con completa independencia de la cuestión de si «mantener una teoría» o «evolución teórica» son herramientas útiles para redescribir la noción de ciencia normal de Kuhn en términos algo más precisos, me parece la cosa más natural del mundo decir *que esos cien físicos mantenían la misma teoría aunque ninguno de ellos sostenía las mismas hipótesis empíricas*. Sólo con este ejemplo se ilustra ya otro aspecto del enfoque no-enunciativo. Para mostrarlo más claramente y en aras de la simplicidad, olvidémonos de *c.no-e.*$_2$. En otras palabras, omitamos la consideración del problema de los términos teóricos de forma que podamos prescindir del enfoque de Ramsey. Bajo este supuesto, ¿cuál es la diferencia entre el presente enfoque y el tradicional por lo que respecta a las aserciones empíricas? *No hay ninguna diferencia en absoluto.*

Pero, por supuesto, *hay* una diferencia. Consiste en el hecho de que, junto a las hipótesis empíricas, *disponemos* de otra entidad: la teoría o elemento teórico básico. *Mientras un elemento teórico no necesita serlo, toda aserción empírica debe relativizarse a un momento histórico particular.* Si identificamos una teoría con el conjunto de esas aserciones, entonces todos los cambios periféricos de una ciencia se reflejan automáticamente en un cambio de teoría. Si se pretende tener derecho a decir que la teoría sigue siendo la misma a pesar de la aparición de leves cambios, estamos obligados a cambiar la tradicional forma de hablar. De otro modo lo que se está diciendo es una contradicción. Si no olvidamos esto, nos daremos cuenta de que no hay ningún conflicto en absoluto entre el enfoque estructuralista y el enunciativo. La única diferencia es que el primero es más rico con respecto a los recursos de expresión y, por ello, puede decir cosas que el último no puede.



Debería mencionar, de pasada, que podríamos introducir por analogía conceptos como *'mantener una reducción* (estricta o aproximativa) de una teoría a otra'. De esta forma podríamos intentar precisar la idea de trabajar con una teoría que es *progresiva* con respecto a la teoría sustituida. Tal concepto no sólo sería obligado para nuestra comprensión histórica de ciertos fenómenos; sería, además, necesario para una reconstrucción de ciertas ideas de Lakatos.

Podríamos usar una variante más 'objetiva' o más 'subjetiva' de tal concepto. En el primer caso habría de usarse el hecho de que *'realmente se cumple'* la relación de reducción, mientras en el segundo caso sólo *entraría en juego la creencia de los científicos en tal relación.*

(7) El nuevo enfoque ofrece mejores instrumentos que el enunciativo para analizar *cambios científicos*. Por las razones mencionadas en el capítulo 3, esta afirmación es aún más válida en el caso del aparato de redes que en el de los 'núcleos expandidos' usados en [47] y [52].

Las redes teóricas pueden servir, además, para dar una ilustración de la distinción de Quine entre partes centrales, periféricas e intermedias de una teoría. La 'regla de correspondencia general' es ésta: cuanto más central, más alta en la red. En consecuencia, pueden distinguirse tres tipos de *'cambios teóricos'*. Ocurre una *'gran revolución científica'* si se cambia el núcleo básico del vértice de la red. Tienen lugar *'minirrevoluciones'* de distintos grados, tomadas en consideración por Kuhn en su postdata de [20], si permanece invariable el núcleo básico, pero en un nivel relativamente alto se reemplaza un núcleo de elemento teórico por otro. (Pueden introducirse grados de generalidad en caso de necesidad.) Normalmente, las leyes de un grado relativamente alto de especialización no son afectadas por los cataclismos científicos. Ello puede ser expresado en el «lenguaje de redes» del siguiente modo. Las partes superiores o medias de una red pueden cambiar sin que lo haga la inferior. Esto último sólo es, por supuesto, una descripción impresionista. Para ser más precisos, lo que significa es que las partes más bajas de la nueva red se obtienen por medio de *iguales* especializaciones de *otros* núcleos de elementos teóricos más generales.

Si se trata de dar cuenta de los cambios, en parte muy drásticos y en parte muy complejos, que Feyerabend menciona en [13], pág. 361, no será suficiente, es cierto, concentrarse en *una red particular*. En su lugar hemos de tomar la *estructura jerárquica* de las teorías en consideración. Antes de hacer eso, no obstante, debemos conseguir, primero, una mejor comprensión de la segunda relación importante junto a la relación de reducción, es decir, la *'relación de presuposición'* entre teorías.

(8) Lo que se ha dicho en (7) sobre el cambio científico vale análogamente para todos los aspectos pragmáticos. A este respecto, difícilmente puedo añadir nada importante a las observaciones del capítulo 5.

(9) Para completar lo anterior sólo llamaré la atención sobre el hecho, tratado con algún detalle en el capítulo 6, de que dentro del enfoque estructuralista puede clarificarse la noción de *«progreso revolucionario»*, pueden precisarse las dificultades que surgen[7] y, además, hay alguna esperanza de que se resuelvan los problemas lógicos y epistemológicos conectados con ello. Tratar de hacer lo mismo dentro del enfoque enunciativo sería, por el contrario, una empresa sin esperanzas —o a nivel general en la concepción enunciativa$_3$ o al especial de las teorías particulares en la concepción enunciativa$_1$.

Ya que la concepción no-enunciativa$_3$ sólo refleja en el nivel de la filosofía general de la ciencia la posición de la concepción no-enunciativa$_1$ en el nivel especial, concluyo esta sección repitiendo un comentario anterior sobre *c.no-e.*$_1$. Por lo que concierne a *c.no-e.*$_1$ y *c.no-e.*$_3$ no hay nada que permita hablar de una 'superioridad intrínseca' del enfoque estructuralista en comparación con el enunciativo. La cuestión es, más bien, puramente práctica y, en particular, psicológica. Todo lo que he hecho ha sido dar algunas razones por las que, incluso en el caso del razonamiento 'intuitivo' y 'semiformal' acerca de las teorías físicas, el enfoque estructural corre mucho menor riesgo de caer en errores y confusiones que el enfoque enunciativo y, además, es mucho más fácil de manejar que este último.

Este modesto resultado sólo vale, por supuesto, para *c.no-e*$_3$ como contrapartida de *c.no-e*$_1$. Frente a ello, *c.no-e.*$_2$ no sólo es válida por razones prácticas, sino también por razones *lógicas* y debe, por consiguiente, aceptarse tanto a nivel de la filosofía general de la ciencia como al de la filosofía especial de la ciencia.

[7] Esta afirmación podrá comprobarse de nuevo en el capítulo 11.

# Capítulo 8
# LA INTERPRETACION DE KUHN Y LA RETIRADA DE OBJECIONES CONTRA EL

En las págs. 359 y ss. de [13], Feyerabend presenta uno de mis argumentos en favor del enfoque estructuralista: «El enfoque enunciativo hace aparecer irracional a Kuhn, mientras el procedimiento de Stegmüller, no». Esto podría crear la impresión de que, en mi opinión, hubiera una 'cadena de justificación' que comenzara en la filosofía de la ciencia de Kuhn y acabara en el enfoque no-enunciativo. Mientras tanto, algunas críticas que me han llegado parecen dar un paso más al identificar el enfoque no-enunciativo con una especie de aparato formalista *ad hoc*, diseñado con el único propósito de defender la filosofía de la ciencia de Kuhn. Sin duda, Feyerabend nunca diría una cosa semejante, pero para los críticos mencionados su comentario citado iría ciertamente en su provecho. En mi opinión, *hay* efectivamente una cadena de justificación; *pero, ¡ay!, parece ir exactamente en la dirección opuesta.*

La situación real es algo más complicada y quedará mejor descrita con la siguiente subdivisión. Presupondré la aceptación de los argumentos de los capítulos 1-3 en favor del enfoque estructuralista que son de naturaleza puramente sistemática y no tienen nada que ver en absoluto con la interpretación histórica.

(1) Las investigaciones de Suppes y Sneed, por un lado, y de T.S. Kuhn, por otro, son totalmente independientes unas de otras. Ni en su punto de partida, ni por la forma de la argumentación, ni por la colección de datos aducidos en favor de ellas hay ninguna similitud entre am-

bas líneas de investigación. Nuestro descubrimiento de que, aun con todas esas diferencias, '*convergen*' en importantes aspectos, hace que ambos enfoques se apoyen mutuamente. Los lazos de unión que hacen visibles esas convergencias son ciertas *nociones pragmáticas*, esto es, o el concepto de *tener (mantener) una teoría*, como en [47] y [52], o el de *evolución teórica*, tal y como fue introducido en el capítulo 5. Se ha determinado que esos conceptos nos permiten analizar la noción de «ciencia normal» de forma que desaparece la impresión de irracionalidad. Pronto veremos que puede mostrarse que, similarmente, los procesos revolucionarios que desembocan en un *desalojo teórico* tampoco son normalmente 'irracionales'.

Al comienzo del párrafo anterior puse de relieve la independencia mutua del enfoque Suppes-Sneed y la obra de Kuhn. Esta afirmación debe cualificarse ahora en dos importantes aspectos. En primer lugar, la independencia sólo existe en la medida en que el enfoque en cuestión haga uso de la axiomatización informal y, tal y como la denominé, de 'la teoría informal de modelos'. Tan pronto como se toman en consideración los aspectos *pragmáticos* y *dinámicos*, algunos de los cuales se mencionan en la segunda mitad del último párrafo, eso deja de ser cierto. Todos esos conceptos, como 'comunidad científica', 'evolución teórica', 'mantener una teoría', 'conjunto paradigmático $I_0$ de aplicaciones propuestas', 'desalojo teórico', etc., reflejan la obra de Kuhn. Así, por ejemplo, todas las investigaciones del tipo tratado en el capítulo 6 hubieran sido imposibles sin los análisis de Kuhn. Similares observaciones se aplican a la *formulación de los problemas* conectados con esas nociones pragmáticas y dinámicas. Un ejemplo particularmente drástico es el problema del progreso científico. Filósofos anteriores se contentaron con dar lo que ellos creían ser elucidaciones verdaderas o explicaciones correctas del progreso científico. Poca o ninguna atención dedicaron a la cuestión de cómo definir aquello sobre lo que hablaban, quizá por considerarla más o menos trivial. Sólo tras las esclarecedoras descripciones de Kuhn de las revoluciones científicas se ha mostrado cuán extremadamente difícil es *elucidar la noción de «progreso»* en aquellos casos en que el elemento teórico básico es sustituido por otro diferente que crea una nueva red, cuyos elementos son especializaciones de la nueva base.

Consideraciones históricas abren otro tema. Aun si un historiador decidiera identificar una teoría con un conjunto de sentencias, habría de interpretar el término «sentencia» de modo distinto al de un lógico. Mientras para un lógico una sentencia es una entidad abstracta, el historiador debe considerarla como un enunciado concreto. Los enunciados, al estar relacionados con un momento particular, son objetos efímeros. Surge, no obstante, una dificultad. No sería razonable describir los continuos cambios diarios en la periferia de un cuerpo científico como transiciones continuas a nuevas teorías. Con el fin de evitarlo, es menester usar nociones que caractericen una teoría como una entidad temporalmente persistente. Esa urgente necesidad del historiador de disponer de objetos permanentes junto a cosas que no son más que simples fotografías, supone para el filósofo sistemático el desafío de analizar las estructuras básicas de esas entidades persistentes en términos precisos. Así, aunque los conceptos estructuralistas se desarrollaron independientemente, como hemos descrito, se podría considerar que han surgido en parte en razón de la demanda de contrapartidas sistemáticas de las nociones históricas.



Para evitar malinterpretaciones con respecto a este primer punto, debemos insistir en que deja intactos los análisis y argumentos de Kuhn. Ni se 'mejoran' ni se 'complementan'. Necesitan una contrastación independiente cualquiera que sea su significado.

(2) En la medida en que se acepten los resultados de Kuhn, la convergencia observada en (1) puede usarse como una nueva evidencia favorable al enfoque estructuralista. Esto podría, en consecuencia, haberse mencionado en el capítulo 7 como un punto suplementario (10). Hay una simple razón psicológica por la que no lo hicimos así. El enfoque no-enunciativo se dirige él mismo, sobre todo, a los filósofos con intereses sistemáticos y parece que entre éstos hay muchos más teóricos opuestos a Kuhn que concordantes con sus análisis y descripciones, pero ningún oponente de Kuhn aceptaría ese argumento contra *c.e.*$_3$ (o *c.e.*$_1$).

(3) El punto más importante no ha sido mencionado todavía. Recordaré antes al lector la estructura lógica de los argumentos epistemológicos contra Kuhn. Son argumentos *a priori* en el siguiente sentido. Contra las principales tesis de Kuhn no se presenta ningún contraejemplo basado en cuidadosos estudios empíricos. Al contrario, las críticas epistemológicas tratan de probar que sus tesis básicas conducen a posiciones que, por razones lógicas generales, son insostenibles, como el relativismo histórico, el subjetivismo epistemológico e, incluso, el irracionalismo[1]. Tan pronto como uno acepta los análisis explicativos de 'mantener una teoría', 'evolución teórica (progresiva)', 'paradigma', 'desalojo teórico', 'reducción', 'progreso ramificado', etc.[2], se bloquea

[1] Aunque se afirma frecuentemente que Kuhn expone una posición subjetivista y relativista, sólo puede ser llamado irracionalista en el sentido 'indirecto' de que en sus análisis *imputa* una supuesta actitud irracional a los científicos, pero por supuesto, no en el sentido 'directo' de que *él mismo* mantenga un irracionalismo filosófico. En caso de ser esto último renunciaría a los análisis y argumentos y, por consiguiente, no podría haber escrito [20].

[2] Mi artículo [53] se ocupa casi exclusivamente de la crítica a esta forma de argumentación epistemológica apriorística contra Kuhn. No es necesario indicar que esta forma de salvaguardar la filosofía de la ciencia de Kuhn de ciertos tipos de ataques epistemológicos sólo lo consigue en la medida en que estos y otros conceptos se acepten como equivalentes 'naturales' y 'adecuados' de las nociones correspondientes en los escritos de Kuhn.

*esa forma de argumentar*. Está justificado hablar de argumentos *a priori* por cuanto lo que hacen todos los críticos mencionados es indicar las *supuestas* consecuencias de la filosofía de la ciencia de Kuhn y aplicar el *modus tollens* a ésta y a la supuesta insostenibilidad epistemológica de esas consecuencias.

Además de los correspondientes pasajes de [52], en [53] traté de mostrar en detalle *eso y por qué ese tipo de falsación epistemológica de Kuhn es absolutamente infundada*. ¡Pero eso es todo! Debemos añadir aquí una vez más que los propios argumentos de Kuhn no resultan afectados y que, por consiguiente, pueden ser impugnados con argumentos independientes basados en estudios empíricos detallados, tal y como Feyerabend pone correctamente de relieve. El único efecto que tienen mis reflexiones sobre Kuhn es el de restringir el ámbito de posibles argumentos epistemológicos contra Kuhn.

Feyerabend, en la pág. 357 de [13], se refiere a mi punto de vista sobre el 'límite absoluto' de la inmunidad de una teoría en la forma en cómo se formula en [52]: si la ley fundamental que aparece en el núcleo básico no se cumpliera en el subconjunto paradigmático $I_0$, entonces la teoría *debe ser abandonada*, no importa si se dispone o no de una alternativa. Esa era, ciertamente, mi opinión. Con ello yo presuponía tácitamente que siempre podíamos averiguar si se cumple o no la ley fundamental en $I_0$. ¿Pero podemos? Durante este tiempo me he vuelto escéptico sobre este punto y ahora me parece que ni siquiera existe esa 'frontera de inmunidad'. Quizá mi escepticismo con respecto a la existencia del procedimiento de contrastación requerido pueda tener un interés general por cuanto hace una referencia implícita al argumento omitido en (4) del capítulo 7.

A modo de ilustración consideremos la ley fundamental del núcleo básico de la mecánica de partículas clásica en la formulación newtoniana, es decir, la segunda ley de Newton. La ley se puede representar por medio de una fórmula simple que contiene tres funciones y expresa una sentencia universal. Tal representación suscita inmediatamente esta pregunta: «¿Es una ley empírica o una verdad *a priori?*» Se han dado numerosas respuestas, desde «Es una verdad analítica fundamental, pues se trata de una mera definición de fuerza», en un extremo del espectro, a «Es una hipótesis empíricamente falsable», en el otro. Yo mantengo que todas esas respuestas están equivocadas y aún se puede decir más: toda esa discusión con respecto a la naturaleza epistemológica de la segunda ley es sólo un sinsentido. La estéril disputa tiene sus raíces en la forma confundente de formular esa ley *como una sentencia universal aislada e 'independiente'*.

Si consideramos el tema desde el punto de vista estructuralista, tendremos una imagen muy diferente, pues entonces podemos plantear otra pregunta; «¿Qué aserción particular de la que esa ley es responsable



debe estar contenida en *todas* las aserciones empíricas que pueden formularse con la ayuda de la mecánica de partículas clásica CPM?». La respuesta en términos generales sería esta:

*Para todas las aplicaciones propuestas de CPM que en un momento histórico t no forman una clase claramente definida, sino un conjunto considerablemente abierto (!) $I_t$, podemos hallar dos funciones CPM-teóricas, f (fuerza) y m (masa), que guardan una relación particular con la segunda derivada de una tercera función no-CPM-teórica s (posición), tales que la función f, en la mayoría (!) de las aplicaciones, satisfará ciertas (!) leyes especiales y ambas funciones, f y m, originarán conexiones cruzadas entre ciertas (!) aplicaciones por medio de ciertas (!) ligaduras.*

*No hay duda de que este enunciado no es 'analítico', pero* tal y como lo formulé en [56], *es lo suficientemente vacío como para resistir cualquier refutación*. (Y por tal razón volveremos a él en el capítulo 9 para ilustrar la observación de Quine sobre la confusión existente entre centralidad y analiticidad). He colocado signos de admiración en aquellos lugares en donde las partes constituyentes de la aserción parecen resistir una posible refutación: podemos fracasar en el intento de descubrir la frontera correcta de $I$, incluso si tal frontera *existe;* podemos no tener éxito en el descubrimiento de las dos funciones teóricas, aunque *haya* tales funciones; podemos no acertar con las aplicaciones *apropiadas* en las que valen las leyes especiales o cuáles son las conectadas en cruz por las ligaduras; o podemos descubrir esas aplicaciones, pero *establecer mal* las ligaduras o dar formulaciones *erróneas* de las leyes especiales, etc. Por consiguiente, no puede suceder nunca que una aserción empírica de la mecánica de partículas clásica 'sea empíricamente refutada por el naufragio en la experiencia de la segunda ley de Newton'.

Supongamos que la segunda ley es un caso paradigmático. En tal caso, mi concepción mencionada antes, y tal y como la expone Feyerabend, de 'una frontera absoluta de inmunidad teórica' se derrumba. *No hay tal límite*. Hay, en conjunto, tres razones por las que una teoría física es 'parcialmente inmune a una posible refutación empírica'. *En primer lugar*, ningún número finito de intentos fracasados de refinar adecuadamente una red teórica demuestra que la red no hubiera podido serlo (posiblemente pudiera haberlo sido si se hubiera dispuesto de las intuiciones y destreza teórica precisas por parte de los usuarios de la red más algo de *suerte*). *En segundo lugar*, la ley fundamental no es falsable, ni siquiera en el subconjunto paradigmático $I_0$, por ser 'una ley-agregado con un grado suficiente de vaciedad'[3]. *En tercer lugar*, dado el carácter abierto del conjunto $I_t - I_0$ en el momento $t$, la comunidad

[3] En [56] me referí a una ley que conectara todas las funciones $T$-teóricas y no-$T$-teóricas que apareciesen como una *ley-agregado*, dualizando con ello el término bien conocido de H. Putnam «concepto-agregado».

científica, a la vista de los recalcitrantes fracasos en los intentos de aplicar la teoría a ese conjunto, puede llegar a la conclusión: «Esta no es una aplicación de la teoría» en vez de: «La teoría fracasa en este dominio».

En el capítulo 4 nos referimos a la 'regla de autodeterminación' de una teoría y a su posible generalización de leyes especiales, esto es, de aquellas leyes para las que vale el 'enfoque sofisticado' en vez del 'intuitivo'. Dos observaciones sugieren que el enfoque intuitivo no es el caso normal: *primera*, los físicos se refieren frecuentemente a las subteorías no en términos de sus aplicaciones, sino en los de sus leyes características, como en el caso de la 'teoría de las fuerzas que cumplen la ley de Hook'; *segunda*, las grandes y quizá insuperables dificultades que surgen en la «precisa especificación de las aplicaciones características por medio de las condiciones expresadas en el vocabulario no-teórico»[4]. Creo que el enfoque sofisticado es válido para la mayor parte de las leyes físicas. Si ese supuesto es correcto, ello significaría en el presente contexto que la regla de autodeterminación vale también aquí y que, por consiguiente, no es posible la falsación empírica ni siquiera para aquellas formas especiales en las que puede refinarse potencialmente una red teórica. La inmunidad de las teorías se amplía a la inmunidad de las leyes empíricas. Ello podría haber sido mencionado en el último párrafo como un *cuarto* tipo de inmunidad.

Hasta ahora, y para simplificar, he distinguido entre dos casos opuestos: desarrollos en el sentido de ciencia normal o evoluciones teóricas y revoluciones radicales consistentes en reemplazamientos de núcleos básicos como mínimo. Debe observarse que el nuevo formalismo de redes hace posible explicar también las 'minirrevoluciones'. La fuerza de tal cambio dependerá de la relativa 'altura del nivel' dentro de la red a la que se reemplaza el núcleo. Estas revoluciones a pequeña escala ya han sido introducidas terminológicamente en las evoluciones teóricas. Con el fin de mantener ambos separados uno de otro, parece recomendable incorporar únicamente al caso de una evolución teórica genuina la noción de paradigma, tal y como más abajo se hace.

Ya se ha presentado en el capítulo 6 una interpretación lógica de un aspecto de esa propiedad denominada pérdida de Kuhn y de los posibles progresos ramificados. Cada uno de estos dos resultados supone una mayor aproximación a la posición de Kuhn que yo no había previsto en [52]. El primero conlleva, además, una clarificación lógica de *un* tipo de inconmensurabilidad que conduce a una *incomparabilidad parcial* entre teorías. Esa inconmensurabilidad deriva su importancia del hecho *de que es ineliminable*. Cualquier 'solución' que se pueda imaginar a los problemas que crea sólo puede pertenecer al dominio de las *decisiones prácticas*.

[4] Sneed, [48], pág. 126.



Si se consideran conjuntamente el capítulo 6 y el presente, me parece que, entonces, todas mis críticas a Kuhn en [52] se reducen a un solo reparo importante, pero no polémico: la noción de *progreso científico* puede *usarse* en historia, sociología y psicología de la ciencia, pero no puede ser *explicada* solamente sobre la base de tales estudios. Quienquiera que desee saber lo que *quiere decir* «progreso científico» desea averiguar por qué se llama a la ciencia una empresa *racional*; y en sus intentos de *analizar* el significado de 'progreso' se ve remitido de nuevo a los análisis lógicos sistemáticos. En el capítulo 5 se dio una explicación parcial del concepto, más simple, de progreso dentro de la 'ciencia normal'. Por lo que se refiere al cambio revolucionario, aún mantengo la *hipótesis filosófica* de que una relación interteórica del tipo de la relación de reducción cumpliría esa función o, al menos, constituiría el núcleo del análisis.

Aunque con respecto a este último punto mis opiniones, en principio, no han cambiado, se han hecho más liberales en un aspecto y más críticas en otro.

(1) En [52] sólo contemplé el caso de la reducción *estricta*. Hoy me parece más adecuada la noción de reducción *aproximativa* o, al menos, más importante por ser aplicable en muchos más casos (vid. capítulo 10).

(2) Ese tipo de 'inconmensurabilidad' que debe ser superado por medio del concepto de reducción ha resultado ser mucho más obstinado y los problemas con él mucho más difíciles de lo que yo creía en la época en que escribí [52]. Volveré a esta cuestión en el capítulo 12.

Aún queda abierta una cuestión que pospusimos en el capítulo 5, la de cómo puede incorporarse la noción de *paradigma* en el concepto de evolución teórica. En [52], sugerí que el paradigma en el sentido de Kuhn se considerará compuesto de dos partes, un componente 'empírico-pragmático' y otro 'teórico-formal', por así decirlo. El primero consta del subconjunto $I_0$ de *ejemplos paradigmáticos* del conjunto total de aplicaciones propuestas $I$; el segundo consiste en el *núcleo básico* $K_0$ (usando la nueva terminología). En la definición de «mantener una teoría», [52], D 30, pág. 194, se suponía que tanto $I_0$ como $K_0$ habían sido introducidos por los creadores de la teoría como componentes que todos los miembros posteriores de la comunidad científica retenían. Moulines ha mostrado en [32] cómo podemos librarnos de ese supuesto demasiado estricto.

Supongamos que $I_i$ es el conjunto de aplicaciones propuestas del elemento teórico $T_i$. Podemos tomar $I_i$ como una clase de modelos potenciales parciales, conteniendo cada uno sólo aplicaciones *«homogéneas»*, es decir, aplicaciones que desde un punto de vista intuitivo son 'del mis-

mo tipo'[5]. Procedemos ahora del siguiente modo. La expresión 'paradigma' ni se explica aisladamente ni se introduce en conexión con los conceptos de 'teoría' o 'mantener una teoría' como en [52]. Se introduce en el concepto de evolución teórica. Hablando en términos generales, $\langle K_0, I_0 \rangle$ se denomina *paradigma de la evolución teórica* $E$ si $K_0$ es un núcleo teórico, $I_0 \subseteq M_{pp}$ y para toda red teórica $N$ de $E$ y para todo elemento teórico $T_i$ de $N$, $T_i = \langle K_i, I_i, SC_i, b_i \rangle$:

(1) $K_i$ es una especialización de núcleo de $K_0$ y (2) todo dominio de aplicaciones propuestas que aparezca en la evolución teórica $E$ puede ser subdividido en subdominios homogéneos, cada uno de los cuales tiene sus propios subconjuntos paradigmáticos de ejemplos, es decir, subconjuntos de $I_0$; tal hecho es reconocido por la comunidad científica $SC_i$[6].

Además, el aspecto específico 'kuhniano' no se introduce ni en el concepto de una teoría ni en el de mantener una teoría, a diferencia de lo hecho en [52]. Ahora, por el contrario, se convierte en un ingrediente de la evolución. Ello puede hacerse de una forma muy simple. Llamamos a la evolución teórica $E$ en el sentido del capítulo 5 una *evolución teórica kuhniana* si hay un $K_0$ y un $I_0$ tales que $\langle K_0, I_0 \rangle$ es un paradigma de $E$.

Este procedimiento tiene varias ventajas sobre los métodos anteriores de analizar «paradigma». Primero, la noción de un paradigma se introduce directamente en la *dinámica* de la ciencia normal. Segundo, *no* se postula que $\langle K_0, I_0 \rangle$ sea históricamente el primer elemento teórico de la evolución teórica. (¡Efectivamente, ese par ordenado no necesita en absoluto ser un elemento teórico!) Tercero, por lo que concierne a $I_0$ ya no se requiere que *todo ese conjunto* sea un subconjunto paradigmático de todos los dominios de aplicaciones propuestas que aparezcan en el curso de la evolución teórica. Basta con que pequeños subconjuntos de $I_0$ sean paradigmas empíricos de pequeños subdominios del tipo descrito.

El concepto de paradigma, introducido de esa forma, no recoge todavía en su totalidad la noción de Kuhn. Como ha señalado T. R. Girill en su interesante recensión [16], Kuhn no trata la ciencia enteramente en términos de un 'saber qué', sino que «está igualmente preocupado por la ciencia como un saber cómo». En [54], sección 10, he intentado tener en cuenta este hecho. Mientras $K_0$ e $I_0$ pueden denominarse *objetos* paradigmáticos por ser los productos y objetos de la actividad científica, el tratamiento de la ciencia en términos del «saber cómo» requiere las *disposiciones paradigmáticas* subyacentes que se automanifiestan en los actos y objetos científicos. La mención de la comunidad científica $SC$ en el concepto de evolución teórica hace una referencia implícita a esas habilidades personales y hábitos sociales. En disciplinas especiales, como la psicología y sociología de la investigación, han de realizarse análisis detallados tanto de la capacidad individual de los miembros de $SC$ como de la de $SC$ en su conjunto.

[5] Dentro de la teoría newtoniana de la gravitación los cuerpos en caída libre formarían uno de tales subdominios, los planetas, otro, etcétera.

[6] Para una definición precisa vid. D 9 de [32]. He bosquejado los detalles en [56].



Hay un aspecto en el que los análisis y descripciones de tipo histórico, como los de Kuhn, dejan atrás todas las investigaciones sistemáticas, aun si estas últimas se complementan del modo que acabamos de apuntar. Las dejan atrás, al menos en el momento actual y es de presumir que por bastante tiempo todavía, porque el filósofo de orientación sistemática no puede dominar la ciencia en toda su riqueza del modo en como el historiador lo hace. Al final del capítulo 4 y nuevamente antes del final del capítulo 5 se aludió a la razón de ello. Nuestra frase evolución teórica kuhniana, por tanto, tiene algo del sabor de la 'filosofía del como si'. Parece como si pretendiéramos tener ya un equivalente sistemático de las correspondientes descripciones históricas. No es ése el caso. Aunque el enfoque estructuralista, a diferencia de $c.e._1$, no necesita partir del nivel más bajo, sino que puede comenzar a analizar las teorías físicas a un nivel relativamente alto de generalidad y abstracción, al igual que todos los procedimientos sistemáticos ha de comenzar con un caso relativamente simple. Sólo en un futuro podemos esperar obtener una descripción sistemática más clara de las evoluciones científicas en las que varios estratos de teorías, 'situados unos sobre otros' y conectados por la relación de teorización y su comunicación, sufren un cambio simultáneo.

Para prevenir malentendidos desearía acentuar un punto ya puesto de relieve en el trabajo de Helsinki [56], *la independencia absoluta del enfoque Suppes-Sneed*, concebido como un análogo del programa de Bourbaki, por un lado, y *la reconstrucción* de las 'nociones kuhnianas', por otro. Se puede *dar la bienvenida* al enfoque estructuralista por razones *sistemáticas* y, sin embargo, *desechar* la interpretación de Kuhn rechazando, por ejemplo, algunas correspondencias, como 'ciencia normal' y 'evolución teórica' por 'artificiales' o 'inadecuadas'. Y viceversa, se puede *aceptar* como clarificadora la reconstrucción de las nociones kuhnianas y, a pesar de ello, *rechazar* el enfoque estructuralista por razones sistemáticas. Ningún 'estructuralista' está moralmente obligado a convertirse en un 'kuhniano' y ningún 'kuhniano' está forzado a hacer o, incluso, llegar a *interesarse* en la clase de trabajo comenzado por P. Suppes y continuado por J. D. Sneed.

Capítulo 9

# HOLISMO, SUBDETERMINACION DE TEORIAS Y PROGRAMAS DE INVESTIGACION. OBSERVACIONES SOBRE W. V. QUINE E I. LAKATOS

Casi todos los estudiosos que desean familiarizarse con las posiciones filosóficas de Quine pronto se ven inmersos en un confuso problema. Aquellas tesis de Quine que pertenecen a la filosofía de la ciencia parecen ser muy generales y muy abstractas. Frecuentemente no está muy claro cómo han de establecerse y, en ocasiones, ni siquiera cuál es el significado preciso de su contenido. Algunos lectores de las obras de Quine se resignan a adoptar la posición de que la filosofía de Quine es, básicamente, *filosofía de la lógica y del lenguaje* y que su filosofía de la ciencia es de importancia secundaria.

Frente a esto yo diría, primero, que tal opinión es incorrecta pues una peculiaridad del punto de vista de Quine es que su filosofía del lenguaje y su filosofía de la ciencia están inseparablemente ligadas. Segundo, que tal separación, aun cuando es posible en principio, no serviría de nada a los interesados en la filosofía del lenguaje de Quine. Una cosa parece innegable: ciertas opiniones de Quine pertenecientes a la filosofía del lenguaje presuponen la corrección de supuestos que deben clasificarse como filosofía de la ciencia.

Un ejemplo sobresaliente es el *holismo* de Quine. Sólo tiene que leerse la breve contribución de Quine al volumen sobre Popper, editado por Schilpp, y la réplica de Popper para ver que antes de considerarnos competentes para juzgar las tesis de Quine, debemos haber adoptado

una posición particular en la teoría de la confirmación o corroboración. Si además, se estudia la extensa discusión de Grünbaum sobre la tesis de Duhem, aceptada por Quine, entonces se tiene la clara impresión de que tendríamos que entrar en sutiles cuestiones de la teoría de la confirmación antes de poder tomar partido en la disputa sobre el holismo. Por otro lado, el holismo aparece en distintas concepciones filosóficas de Quine como, por ejemplo, en la tesis de la indeterminación de la traducción y en el rechazo de la dicotomía analítico-sintético. Así, el filósofo que desee estudiar y evaluar solamente la filosofía del lenguaje de Quine se encontrará con dificultades. Si él, como yo, llega a la conclusión de que en la actualidad la teoría de la confirmación se halla en un estado muy confuso, su situación se hará totalmente desesperada. ¿Debemos, quizá, suspender todos nuestros juicios sobre la filosofía de Quine hasta tanto no se hagan desaparecer todas las confusiones en esa área particular?

Afortunadamente hay otro camino abierto ante nosotros. Por lo que sé, todos los argumentos pre-sneedianos en favor del holismo son de carácter confirmatorio. El argumento de Sneed no lo es. Conforme yo lo veo, el holismo en el sentido de Sneed es una consecuencia trivial de lo que en el capítulo 3 denominé *concepción no-enunciativa*$_2$, es decir, de la tesis de que la aserción empírica de una teoría física en un momento histórico particular no debe representarse como una clase infinita de sentencias, sino como *una sola gran aserción*, representada por una sentencia de Ramsey modificada $I \in A(N^*)$ [o $I \in A_c(E)$ en el formalismo original]. Si esto es correcto, normalmente no podemos aislar de esa *única* aserción aserciones empíricas parciales particularizadas. Es cierto que la corrección depende de una cuestión filosófica, pero este problema está mucho más netamente definido que el problema de la naturaleza y la corrección de los resultados de la teoría de la confirmación. Equivale a la cuestión de si todas las teorías físicas importantes contienen términos teóricos en el sentido de Sneed.

La situación de hecho es algo más complicada. Dado que en el estructuralismo se distingue entre redes teóricas y las hipótesis empíricas asociadas con ellas, la tesis del holismo muestra, por así decirlo, un doble matiz. En los últimos párrafos sólo se ha sometido a discusión el holismo en el segundo sentido. El holismo en el primer sentido consiste simplemente en el hecho de que la decisión en el caso de una teoría es una decisión 'todo o nada' en el sentido de que se trata o de trabajar con *este* núcleo o con otro diferente. En todos aquellos casos en donde no se conoce una alternativa real, hablar de una 'decisión' puede parecer confundente o, al menos, ampuloso. En tales casos al núcleo se le podría llamar *a priori*, aunque no analítico (de forma similar a como H. Putnam adscribe a la geometría euclidiana el carácter de *a priori* durante el tiempo anterior al descubrimiento de la geometría no euclidiana). Esta primera variante del holismo no se basa ni en un supuesto sobre la teoría de la confirmación ni en una tesis sobre la teoricidad. Al contrario, es un ejemplo de cómo la perspicacia de Quine le lleva a decir que frecuentemente la denominada analiticidad no es más que una centralidad mal entendida. La decisión con respecto a un núcleo particular es igual a la decisión sobre un punto estructural central, como se ilustró en el capítulo 8 por medio del ejemplo de la segunda ley de Newton.



De forma similar, puede darse una nueva descripción de la tesis de Quine sobre la *subdeterminación de las teorías*. De acuerdo con ella, teorías empíricamente equivalentes pueden ser, sin embargo, incompatibles una con otra. El concepto de equivalencia empírica se define, por ello, en términos de la totalidad de todas las consecuencias observacionales posibles.

Insistiré sobre dos peculiaridades de la concepción de Quine. En primer lugar, el concepto de *sentencia observacional* no se introduce, como en el enfoque de Carnap, recurriendo a un lenguaje observacional, sino, más bien, con la ayuda de una noción de significado en términos de estímulos. Creo que el procedimiento de Quine, que no hace uso de una concepción empirista del lenguaje, es un método ingenioso cuya importancia parece que no ha sido todavía percibida por los filósofos de la ciencia. En segundo lugar, el concepto de observación *posible* no conlleva una incursión en mundos posibles. Sólo se presupone que todos los puntos espacio-temporales del continuo espacio-temporal *real* tienen asignadas sentencias observacionales verdaderas.

Me he dado cuenta de que los lectores de Quine no saben con frecuencia qué decir con respecto a esa tesis. Hay todo un espectro de posibles reacciones que van desde llamarla trivial («ninguna ley es verificable; cualquier tipo de evidencia empírica es compatible con una totalidad indefinida de leyes») hasta juzgarla incomprensible. Algunos, además, objetan que es vaga pues no se precisa suficientemente el concepto de equivalencia empírica. Con ello generalmente se olvida un aspecto importante, a saber, el hecho de que no se hace referencia a *todas las posibles* observaciones. Sea como fuere, parece que, en cualquier caso, nos extraviamos una vez más en la jungla de la teoría de la confirmación cuando tratamos de evaluar la segunda tesis de Quine.

Me parece que lo que la noción de subdeterminación pretende ilustrar puede expresarse por medio del concepto de progreso ramificado. Si estoy en lo cierto, una de las ventajas de tal ilustración es, también, la de que no hace ninguna referencia a problemas de confirmación. Basta, incluso, con tomar sólo en consideración una de las bifurcaciones posibles, la de la ramificación empírica, que se pone de manifiesto en el hecho de que con relación a un núcleo dado $K$, el conjunto $I$ de aplicaciones propuestas se ahorquilla (de forma que el conjunto compatible máximo de $K$ no es único). En el capítulo 6 hice hincapié en el pa-

pel de los juicios de valor y de las decisiones racionales en los puntos de bifurcación. Se podría haber caracterizado la misma situación de esta forma: el hecho de que la racionalidad del razonamiento teórico no agote el concepto de racionalidad científica tiene sus raíces en la subdeterminación de las teorías científicas, pues ello hace necesarias las decisiones racionales.

Lo que distingue la presente ilustración de otras es que no contempla la cuestión desde un punto de vista estático, sino desde uno dinámico. Lo que considerábamos no era la relación entre una fotografía instantánea de una teoría y la totalidad de las sentencias verdaderas, sino *el modo en cómo las teorías pueden evolucionar en el tiempo.*

El presente marco conceptual puede usarse, además, para aclarar varios aspectos de 'la metodología de los programas de investigación' de I. Lakatos. En efecto, he mostrado esto detalladamente en [52], págs. 220-229. Pero, para mi consternación, mi interpretación de Lakatos ha sido completamente malentendida por virtualmente todos aquellos críticos que han discutido este punto. Decidí, por consiguiente, repetir los aspectos esenciales de mi reconstrucción en el artículo de Helsinki [56]. En el actual contexto me limitaré a mencionar aquellos aspectos en los que la reconstrucción de Lakatos se desvía de la de Kuhn. El primer paso consiste en la eliminación de una ambigüedad fundamental en los escritos de Lakatos[1]. Formulando eso mismo en términos más benevolentes, se podría decir que Lakatos anticipó la distinción entre teorías y aserciones empíricas de las teorías *en nuestro sentido*, pero que no fue consistente con su terminología. Siempre que habla de *las teorías como miembros de una sucesión*, sucesión que representa el programa de investigación[2], sus «teorías» se corresponden con nuestras «aserciones empírico-hipotéticas». En ocasiones habla de la teoría de Einstein o de la de Newton. En tales contextos la palabra «teoría» se usa aparentemente en el sentido de «programa de investigación»[3]. Con esto en mente y detalles menores aparte, llegamos al resultado de que su concepto de *programa de investigación progresivo* coincide con el concepto de *evolución teórica progresiva* en el sentido del capítulo 5.

Por algún tiempo pensé usar la expresión «mantener un programa de investigación» en vez de «mantener una teoría». No habrían surgido entonces varias de las malinterpretaciones. Sin embargo, esa decisión habría sido históricamente injusta con T. S. Kuhn. Después de todo, el mismo Lakatos ha señalado que su concepto de programa de investigación era

[1] Para detalles, vid. [52], págs. 221 y ss. y [56], donde intenté defender mi interpretación contra la crítica de Tuomela.

[2] Vid. por ejemplo, [23], pág. 132.

[3] Esto se hace obvio tan pronto como uno trata de concebir toda la teoría de Einstein como un miembro de un programa de investigación humano, lo que evidentemente es imposible.



una 'reminiscencia' de la noción de Kuhn de ciencia normal. Decidí, por ello, retener la versión neutral de «mantener una teoría» y usarla como herramienta conceptual para la reconstrucción tanto de 'ciencia normal' como de 'programa de investigación'.

Un nuevo concepto de Lakatos que no tiene ningún análogo en la filosofía de Kuhn, es la noción de *falsación sofisticada*. Como he tratado de mostrar con análisis detallados en [52], págs. 224 y ss., esa expresión se refiere a una *relación interteórica* que se corresponde con la relación de reducción. Con respecto a lo que se llama usualmente "falsación" se da la siguiente distinción. En primer lugar, ninguna hipótesis se compara con datos empíricos en el 'caso sofisticado'. En segundo, no son las hipótesis empíricas las que se relacionan unas con otras, sino las teorías o redes teóricas en nuestro sentido. (Dondequiera que Lakatos usa la palabra «teoría» en conexión *con esto*, debiera haber hablado de programas de investigación para conservar la consistencia terminológica.) En cualquier caso, parece haber mantenido la opinión de que en el caso revolucionario el concepto de progreso ha de basarse en una *relación interteórica*.

Por lo que se refiere al aspecto normativo-metodológico de las representaciones de Lakatos, me mostré escéptico en [52], [53] y [54]. En [53], pág. 160, sugerí que se reemplazara el pretencioso término «regla» en la frase «regla metodológica» por el más modesto de *«recomendación»*. Hoy me parece que podría haber contemplado de una forma más *constructiva* aún este aspecto *normativo* del enfoque de Lakatos, esto es, en el sentido del último párrafo del capítulo 5. ¡Es muy importante darse cuenta aquí de que la intención de Lakatos era incluir el aspecto confirmativo mientras que, hasta ahora, ese aspecto aún no ha sido incluido en el enfoque Suppes-Sneed!

Supóngase que en su análisis el filósofo ha aceptado como uno de los *objetos* de sus estudios una teoría del apoyo que difiere de la teoría implícitamente contenida en la conducta contrastadora y confirmatoria de las comunidades científicas $SC_i$. En tal caso debe, por supuesto, abandonar su neutralidad epistémica y *evaluar críticamente* la conducta de las $SC_i$. Si, por ejemplo, los miembros de $SC_i$ mostrarán ser unos tercos inductivistas enumerativos, mientras que él mismo se ha hecho partidario de la teoría de la corroboración de Popper, entonces puede ocurrir perfectamente que, *desde el punto de vista de la evaluación de este filósofo*, una evolución teórica progresiva en el sentido del capítulo 5 resulte ser un progreso *ilusorio* que, en verdad, consista en un dogmatismo y fosilización crecientes.

Una última aclaración final habrá de esperar hasta tanto no se disipe la niebla que invade en la actualidad las teorías de la confirmación. Aprovecho esta oportunidad para hacer un breve comentario a la observación de Feyerabend en [13], hacia la mitad de la pág. 361, donde se-

ñala que el 'cinturón de protección' de Lakatos puede explicar adecuadamente ciertos tipos de inmunidades relativas de un 'paradigma'. Desde un punto de vista lógico, la situación es como sigue: Lakatos llama nuestra atención sobre algo muy importante, lo que Putnam llamó una vez la 'subestimación de la función de las hipótesis auxiliares por los filósofos'. Las consideraciones de este tenor pertenecen a los contextos de las 'teorías del apoyo' y 'teorías de la contrastación'. En tales contextos se ha de tratar exclusivamente con hipótesis empíricas, pero no con teorías o redes teóricas en nuestro sentido. No hay razón para que yo niegue que dentro de una teoría del apoyo satisfactoria hayan de surgir 'nuevos aspectos de inmunidad'; pero, si ese fuera el caso, yo no lo consideraría como un síntoma de la superioridad del enfoque enunciativo sobre la concepción estructuralista, tal y como parece hacer Feyerabend, sino sólo como el reflejo del hecho simple de que *contrastación y apoyo* tienen que ver con aserciones empíricas y no con elementos teóricos o redes de tales elementos.

# Capítulo 10
# ALGUNOS NUEVOS RESULTADOS ADICIONALES

Ya se ha informado en el presente trabajo de un número considerable de nuevos resultados obtenidos tras la publicación de [47] y [52]. Recapitulemos brevemente. Quizá el perfeccionamiento más importante consistió en la sustitución de los núcleos expandidos por el concepto de *red teórica* (capítulo 4). El artículo de Balzer-Sneed, [4], donde el lector encontrará las demostraciones de numerosos teoremas que Feyerabend echó en falta en mi libro, ofrece una exposición sistemática de las redes teóricas y redes de núcleos asociados, de las aserciones empíricas que les pertenecen y de los distintos *tipos de reducciones*.

El camino hacia la pragmatización está pavimentado por el estudio de distintas clases de *evoluciones teóricas* (capítulo 5) y por la generalización del concepto de un *paradigma* (capítulo 8). La noción de progreso ramificado y la distinción entre *diferentes tipos de racionalidad en la ciencia* (capítulo 6) revelan el carácter no-teleológico del progreso científico tanto en la ciencia normal como en la revolucionaria. En el capítulo 11 se mencionará una importante y reciente contribución de Sneed al concepto de *invariancia* y con ello, implícitamente, al de *'inconmensurabilidad empírica'*.

En el nivel de la filosofía especial de la ciencia hemos de mencionar las tesis de W. Balzer [3] y C. U. Moulines [29]. Una versión abreviada de la segunda se encuentra en [30]. Entre otros, un aspecto característico de estas obras es la *generalización* del concepto de *ligadura*.

En el [3] Balzer reconstruyó las *teorías clásicas del espacio y del tiempo* como teorías de tipo sneediano que subyacen a la mecánica clásica. Describió en términos precisos una *relación de presuposición* entre la mecánica clásica y las teorías del espacio y del tiempo; o, lo que es lo mismo, describió en qué forma pueden entenderse los sistemas cinemáticos como *'teorizaciones'* de estructuras espacio-temporales[1]. La función distancia se introduce como una cantidad *teórica* que satisface el criterio de teoricidad de Sneed. Se traza una frontera entre modelos finitos e infinitos. Todas las entidades que requieren modelos infinitos se incorporan dentro del concepto de *ligadura*. Dos realizaciones de ese trabajo son de particular importancia. Se explica, primero, como el significado de términos cinemáticos como el de posición, descansan en los conceptos subyacentes de espacio y tiempo, tales como punto, línea recta y congruencia. Ello permite una investigación más profunda de los casos de *cambio de significado* en donde están involucrados conceptos cinemáticos. En segundo lugar, a nivel no-teórico nos encontramos por primera vez con 'cosas de nuestro mundo real' concretas y aquí se pone en claro *exactamente lo que se presupone en la aserción* de que la geometría y las teorías del espacio y del tiempo, consideradas como teorías físicas empíricas, *son verdaderas de esas cosas*.

Los dos trabajos de Moulines contienen una elegante reconstrucción de la *termodinámica de equilibrio clásica* dentro del marco conceptual de Suppes-Sneed. Sólo insistiré en dos peculiaridades de esas obras. Se muestra, en primer lugar, que los principios de la termodinámica se reconstruyen de forma más natural no como leyes, sino como ligaduras. En segundo lugar, para poder dar una descripción de la termodinámica de equilibrio clásica en términos precisos se debe, primero, construir una *protofísica* de la termodinámica que describa las propiedades más generales de conceptos como sistema, estado de un sistema, transición de estados, etc.[2] Este resultado sugiere que otras teorías físicas pueden también estar basadas en principios protofísicos.

La expresión «protofísica» tiene, además, un uso más general en el que los temas que denota pertenecen al dominio de la filosofía general de la ciencia. Para hacer justicia a los cambios radicales en la física también se debe tomar presumiblemente en consideración, además de las revoluciones científicas *tal y como pueden describirse dentro del marco conceptual de Sneed*, es decir, como sustituciones de núcleos básicos, aquellos cambios que suponen transformaciones radicales de la protofísica especial y general. Así, el nacimiento de la física cuántica se revela como parte de una revolución protofísica en el curso de la cual principios tácitamente presupuestos en relación con nociones tales como *sistema, estado, ley* e, incluso, *ser idéntico a* han sido reemplazados por otros nuevos.

[1] En términos generales, se produce una teorización cuando se aportan nuevos componentes teóricos. Así, los módelos potenciales son teorizaciones de módelos parciales potenciales. Estos pueden ser llamados teorizaciones *«internas»*, a diferencia de las teorizaciones *'externas'* que se dan entre elementos teóricos. Sólo los últimos representan relaciones *interteóricas*.

[2] Recuerdo al lector que la expresión «protofísica» se usa en el sentido de M. Bunge.



Parte del trabajo reciente realizado en el ámbito de la filosofía general de la ciencia, pero también aplicable a dominios especiales, trata de *problemas de aproximación*. El trabajo se ha llevado a cabo en dos direcciones diferentes y todos ellos recibieron un gran estímulo de los análisis hechos por G. Ludwig en [26].

El artículo de Moulines [31] se ocupa de las aplicaciones aproximativas de las teorías. El principal instrumento usado es el concepto de conjuntos borrosos de modelos.

En los dos artículos de D. Mayr, [27], I y II, se introduce la *reducción aproximativa* como liberalización de la reducción estricta. Aunque el aparato técnico necesario es bastante complejo, intentaré bosquejar las ideas fundamentales con un ejemplo. De acuerdo con la idea básica es la teoría *reductora* 'la que lleva a cabo la aproximación'. Sean dos teorías $T$ y $T'$ tales que $T$ sea reducida aproximativamente a $T'$. $T$ puede ser la teoría de Kepler y $T'$, la teoría de la gravitación de Newton. La relación de reducción se precisa en términos de modelos y sucesiones de modelos. Un modelo dado de $T$ es aproximado por medio de una sucesión infinita de modelos 'correspondientes' de $T'$. La relación de correspondencia no es solo uno-muchos, sino uno-infinito.

El hecho de que la sucesión mencionada debe converger plantea una dificultad técnica. El concepto elemental de convergencia resulta, por supuesto, inaplicable ya que se refiere sólo a números. En la topología moderna se conoce un concepto más general de convergencia, la *convergencia de filtros*. Si representamos el conjunto de modelos potenciales por un producto cartesiano de conjuntos $X_i$, podemos reconstruir conjuntos de inadecuación, correspondientes a la inadecuación de la medida, como filtros sobre los $X_i$. Para obtener límites únicos se requiere también la separabilidad. Una segunda dificultad estriba en el hecho de que la convergencia exige la *compleción* del espacio topológico dado. Por consiguiente, se necesitan espacios uniformes, pues una métrica sería demasiado especial. De esta forma se pueden añadir los 'elementos límite' de las sucesiones aproximativas (los elementos del espacio uniforme completo son clases de equivalencia de filtros de Cauchy).

Supongamos que las maniobras técnicas apuntadas tienen éxito. Entonces los límites añadidos a las sucesiones de modelos de la teoría reductora $T'$ son isomorfos con aquellos modelos de la teoría reductora $T$ que fueron aproximados por las sucesiones. La reducción aproximativa de $T$ a $T'$ se identifica, por tanto, con la reducción estricta de $T$ a la compleción de $T'$.

El resultado es de un interés epistemológico general como puede ilustrarse por medio del ejemplo Kepler-Newton. La sucesión de los modelos aproximativos de la teoría de Newton hace que la masa de la 'partícula Sol' tienda a la constante de Kepler, mientras las masas de los planetas tienden a cero.

Inmediatamente se pone de manifiesto que el límite de la sucesión ya no puede ser un modelo posible de la teoría de Newton. (En todos esos modelos posibles la función masa es estrictamente positiva.) Podemos formular el resultado epistemológico final de la siguiente manera: *La teoría reducida aproximativamente resulta ser falsa si se considera desde el punto de vista de la teoría reductora.* Si recordamos que la reducción aproximativa es, seguramente, el tipo más importante de 'explicación de una teoría por otra', con ello hemos comprobado una de las afirmaciones hechas en el capítulo 7, la de que hay una diferencia fundamental entre explicaciones de hechos y explicaciones de teorías, pues los hechos explicados sólo son descritos, por supuesto, por sentencias verdaderas.

# Capítulo 11
# INCONMENSURABILIDADES

H. Putnam pone de relieve en [38], pág. 281, que en su opinión teorías radicalmente diferentes pueden ser comparadas. Y continúa:

(1) "Nosotros no tenemos que estar de acuerdo con Sir Karl Popper o con Paul Feyerabend en que haya una incompatibilidad entre la aceptación de la existencia de cambios radicales de paradigma en la ciencia y la de la idea de un crecimiento del conocimiento objetivo (por supuesto, Popper y Feyerabend difieren en cuanto a si rechazar cambios radicales de paradigma o el crecimiento del conocimiento objetivo). Podemos tener nuestros cambios de paradigma *y* también nuestro conocimiento objetivo."

No es mi intención investigar la cuestión histórica de si esa presuposición hecha por Putnam sobre la existencia de esa alternativa, imputada tanto a Popper como a Feyerabend, es correcta. Baste decir que, en mi opinión, Putnam ha expresado en el primer enunciado de los dos citados, y de forma concisa y excelente, la sensación que parece tener la mayoría de los filósofos con respecto al fenómeno de las revoluciones científicas. Parecen pensar que o tales acontecimientos no son sustituciones radicales de paradigma o, si lo son, se viene abajo nuestra noción de incremento del conocimiento objetivo. Y estoy plenamente de acuerdo con la afirmación de Putnam tal y como aparece en el segundo enunciado de (1).

No pienso, sin embargo, que las soluciones a los problemas sean tan simples como Putnam parece creer. Cuando Putnam trata de reducir toda la cuestión a 'preservar la referencia a través del cambio de teoría', parece como si tuviera en mente la noción tradicional (p.e., la carnapiana) de los términos teóricos, según la cual estos términos pertenecen a la parte no observacional o teórica del *'lenguaje* de la ciencia'. Esa noción tradicional descansa sobre el supuesto de que estamos frente a *sólo una* dicotomía: observacional – teórico.

Tengo la convicción de que hay que distinguir entre *dos dicotomías totalmente diferentes*. Una es la dicotomía *epistemológica observacional – no-observacional* (caracterizando positivamente «observacional»); la otra es la dicotomía *'quasi-semántica' teórico – no-teórico* en la forma descrita en los capítulos 3 y 4 (en donde teórico (1) se caracteriza positivamente (!) y (2) se relativiza a una teoría particular $T$).

La principal dificultad para definir «progreso» en el 'caso revolucionario' consiste en el hecho de que la superestructura teórica de la teoría sustituyente $T_2$ es diferente de la superestructura teórica de la teoría desalojada $T_1$. ¡Por cuanto la $T_1$-teoricidad significa algo diferente de la $T_2$-teoricidad, ninguna maniobra de 'transteoricidad ontológica' la resolverá!

Dondequiera que usé en [52] la palabra «inconmensurabilidad», y lo hice en muy pocos lugares, me refería a la siguiente dificultad y a nada más: ¿Cómo se puede *decir* que la teoría $T_2$ es progresiva con respecto a $T_1$ si las dos teorías son inconmensurables?

Feyerabend critica fuertemente mis comentarios sobre este tema. Dice:

(2) «Hay un solo lugar en donde las virtudes de Stegmüller parecen estar casi totalmente ausentes y es en su discusión de la inconmensurabilidad» [13] (pág. 363).

Feyerabend está en lo cierto, lo admito francamente. Al menos tiene razón si los pasajes relevantes se leen pidiéndole al texto que deba dar una respuesta satisfactoria a todos los aspectos de esa compleja cuestión. Hoy, sólo con escuchar la palabra «inconmensurabilidad», me viene a la imaginación el templo de los diez mil Budas (o, en este caso, el templo de los diez mil Marx del profesor Sidney Hook). Y no tengo la más mínima ambición de llevar 'la ley y el orden' a esa entidad llena de escondrijos y recovecos[1].

[1] Una situación algo similar, aunque a escala mucho menor, se presenta en relación con la noción de paradigma. Feyerabend parece suponer que yo deseaba dar una interpretación exacta de los usos de «paradigma» en Wittgenstein (vid., por ejemplo, la nota a pie de página 4 de la pág. 356). Sin embargo, no era mi intención hacer una exégesis de Wittgenstein. ¡Dios me libre! Yo sólo trataba de conducir el análisis hasta un punto desde el que pudiera verse la conexión con el uso que hace Kuhn de esa palabra. Pues da la casualidad de que, *prima facie*, para el lector atento, pero no preparado, no hay ninguna conexión en absoluto ya que Wittgenstein *nunca* habría usado frases como la siguiente: «Las personas $X$ e $Y$ comparten el mismo paradigma».



Feyerabend plantea sus observaciones en términos históricos. Distingue entre la concepción de Kuhn de inconmensurabilidad ($inc_K$) y la inconmensurabilidad tal y como él la ve ($inc_F$) y en ambos casos introduce nuevas diferenciaciones. Todos los lectores de mi libro que esperen que yo informe sobre todas esas tesis y responda todas las cuestiones que entrañan quedarán, sin duda, completamente decepcionados, pues encontrarán muy poco sobre ello. Trataré a continuación de hacer tres cosas. Primero, explicaré la razón de mi unilateralidad. En segundo lugar, haré algunos comentarios sobre algunos temas planteados por Feyerabend, aunque no a todos. En último lugar, y quizá el más importante, describiré por qué incluso mi opinión sobre el muy restringido problema especial, en los términos expresados en [52], necesita una revisión.

Con respecto a la primera, la cita (1) de Putnam puede tomarse como punto de partida. Desde la publicación de las obras relevantes de Kuhn y Feyerabend se ha planteado una y otra vez la cuestión de si, *en oposición a las opiniones de Kuhn y Feyerabend*, hay un «progreso real» en la ciencia.

Hay, al menos, tres razones por las que todas las consideraciones y discusiones que siguen tal línea de pensamiento me parecen *carentes de todo valor*. En primer lugar, imputan a Feyerabend y Kuhn una opinión que, presumiblemente, ninguno de ellos ha sustentado nunca y sólo es el resultado de interpretar sus posiciones desde el ángulo de un cliché particular de racionalidad. En segundo lugar, todos esos debates presuponen que todos nosotros sabemos, o al menos que es muy fácil llegar a saber, lo que significa «progreso científico» y, en particular, lo que significa en los casos de «cambio radical de paradigma» o, como yo los llamo, casos de desalojo teórico. Por último, aun si damos por supuesto que tenemos a nuestra disposición una explicación satisfactoria de «progreso en el caso de desalojo teórico», tendríamos que comprobar todos los casos históricos de *supuesto* progreso para ver si se consiguió un progreso «real». Y en muchos de los casos interesantes esto puede representar una pregunta extremadamente difícil de contestar. Ciertamente, *nunca* será una cuestión puramente *filosófica*. Antes bien, esa clase de dificultad tiene la peculiaridad de que para resolverla han de combinarse distintos campos de investigación. Casi nunca recaerá sobre los aspectos filosóficos el peso principal, sino las sutilezas históricas y/o los tecnicismos físico-matemáticos. Y como esto vale para todos los «acontecimientos progresivos» concretos, vale *a fortiori* para la historia de la ciencia natural, por cuanto tal historia incluye numerosos casos de supuesto progreso.

Abrumado por el peso de éstas y similares cuestiones, decidí concentrarme en lo que aún me parece el problema filosófico decisivo, es decir, en contribuir a la clarificación de lo que acabo de llamar en el punto dos el presupuesto tácito de todos esos discursos: la noción del progreso científico en aquellos casos en que una teoría suplanta a otra.

Pues si no podemos tener éxito en el análisis y explicación de esa noción, no tendríamos más remedio que *capitular frente a aquellos que niegan la racionalidad de la empresa llamada ciencia*. Creo que es con esta cuestión con la que se localiza el problema de la racionalidad de la ciencia y no con problemas superficiales del tipo de si en un momento particular (o en distintos momentos, o frecuentemente o siempre) 'hubo un progreso real o no'. Y fue *esta* cuestión (de hecho, la única) la que esgrimí en la última sección frente a Feyerabend.

Así, aún creo que una de las tareas más importantes y posiblemente más difíciles del filósofo de la ciencia, quizá la más difícil, es la de *explicar el concepto de progreso revolucionario*.

Debe recordarse que todos los comentarios hechos en los últimos párrafos sobre el progreso, han de leerse con las cualificaciones y salvedades de los capítulos 6 y 7. En particular, todas nuestras observaciones sobre las *posibles* ramificaciones en el progreso, las incomparabilidades parciales, la *importancia de las meras aproximaciones*, la *primacía de la razón práctica sobre la teórica* en ciertos nudos de decisión, los *'árboles evolutivos de progreso'*, etc., constituyen *cualificaciones* necesarias. La *salvedad* más importante proviene del capítulo 7. ¡No esperemos demasiado de la filosofía *general* de la ciencia! A nivel general, pienso que nunca tendremos éxito en conseguir algo más que un 'marco estructural formal' para los conceptos de reducción estricta o aproximativa que, sólo tras ser *especializados en relación con pares concretos* de teorías en situaciones históricas *concretas*, tendrá la suficiente 'sangre en las venas' para llevar a cabo la tarea real para la que fue diseñado.

Quiero recordar, además, que cuando yo me referí a mi afirmación de que el 'progreso revolucionario' había de ser explicado en términos de la reducción estricta y aproximativa, dije que era una hipótesis filosófica aventurada. *Puedo estar equivocado*. Futuras investigaciones pueden demostrar que hay *otras relaciones interteóricas* aún más complejas o, quizá, redes enteras de tales relaciones que cumplirían esa función. Tales posibles alternativas tendrían en común con mi actual hipótesis las siguientes tres características: (1) explicar el progreso científico *no es una empresa trivial*; (2) es primariamente una *tarea lógica* y no algo que se realice con herramientas psicológicas, sociológicas e históricas; (3) la explicación tendría que ser *precisa*. El predicado «preciso» debe ser entendido, una vez más, en el sentido de Bourbaki, no en el sentido de Carnap; pero esto se sobreentiende.

Seamos, sin embargo, absolutamente claros sobre este punto. ¡Sólo aceptaría como refutación de mi hipótesis filosófica una explicación *en términos de relaciones interteóricas diferentes* que tuviera éxito! Pues, de otro modo, admitiría que me había equivocado con respecto a un *presupuesto fundamental* de esa hipótesis, es decir, en creer que 'existe algo semejante al progreso objetivo'. Es cierto que desde un punto de vista lógico aún nos quedarían abiertas dos alternativas: *o* negar la razonabilidad del progreso *o* explicar ese concepto en términos de su acercamiento a la verdad. Al llegar a este punto sólo me cabe hacer una confesión. Confieso que antes arrojaría la toalla y negaría el significado mismo del progreso científico que buscar la salvación en un sistema de metafísica teleológica.



Con esto concluyo mis comentarios sobre estos primeros puntos. El lector no debería olvidar al evaluarlos cuán modestos son. Ni he tratado de defender mi posición contra objeciones ni de responder otras cuestiones. Sólo he *explicado* mi unilateralidad.

No tengo mucho que decir con respecto al segundo punto porque muchas de las inconmensurabilidades que interesan a Feyerabend exceden con mucho la competencia de un lógico. Me parece que podría explorarse una nueva dimensión si se incluyera sistemáticamente junto al aspecto relativo al saber-qué, el relativo al saber-cómo. Ya he insistido sobre esta cuestión en conexión con la noción de paradigma en el capítulo 8. En el presente contexto referente a cuestiones de inconmensurabilidad querría considerar el problema de las intuiciones físicas incompatibles; 'incompatibles' no sólo en el sentido más débil de que una y la misma persona no puede tener dos de ellas *simultáneamente*, sino en el más fuerte de que normalmente una persona es incapaz de abandonar una en favor de la otra. Puede tener alguna conexión con la edad: la gente puede ser capaz de cambiar sus intuiciones físicas en su juventud, pero no en períodos posteriores de su vida[2]. Quizá esto supondría una explicación parcial del hecho de que *las teorías mueren*. En general, se abre ante nosotros un amplio campo de posibles investigaciones psicológicas y sociológicas.

Hay una observación en el capítulo 6, pág. 366, sobre la inconmensurabilidad que indica que Feyerabend puede haber olvidado un pasaje de mi [52]. Menciona que la tesis de la dependencia teórica de las observaciones (o dependencia teórica de las sentencias observacionales) «no tiene implicaciones para la confrontación entre la noción enunciativa y el análisis estructural». Ciertamente, eso es verdad, pero el lector puede llegar a tener la impresión de que no me he ocupado del problema. Yo sí me he ocupado de él, aunque muy brevemente y quizá con poca fortuna, dentro del contexto del holismo. Bajo el encabezamiento de «amplificación de la tesis holista por Kuhn y Feyerabend» en (III), págs. 238-239, trato de la tesis de la *carga teórica de las observaciones* y

[2] Esto, quizá, tiene paralelos en la lógica y la matemática. Recuerdo que, en una ocasión, un famoso matemático me dijo que si un día el constructivismo o el intuicionismo llegarán a ser generalmente aceptados, tendría que cambiar de profesión. Y continuó con algo parecido a esto: «en mi juventud es posible que pudiera haber adaptado mi forma de pensar a las restricciones que esas escuelas colocan sobre las pruebas admisibles. Pero hoy tales restricciones acabarían totalmente con mi inspiración y destruirían mis intuiciones».

en (IV), págs. 239 y ss., del problema del *cambio de significado de los términos teóricos*. Por lo que se refiere a este último, se muestra que, bajo circunstancias que pueden describirse con precisión, puede haber un cambio en las condiciones de verdad de las hipótesis empíricas sobre los valores de las funciones teóricas. *Esto* representa una comprobación de la afirmación de que un cambio teórico puede comportar cambios de significado incluso *en un sentido puramente extensional*.

En el presente contexto, (III) es del mayor interés. Después de todo, es ese aspecto con respecto al que Quine adopta un punto de vista que se opone fuertemente al de Polányi, Kuhn y R. Hanson, llamándole «nihilismo epistemológico»[3]. (Quine no menciona a Feyerabend; supongo, no obstante, que le incluiría en la lista de autores a los que se aplica su reproche.) Para aclarar este punto distinguí dos clases de casos. Según la tesis *más débil* sobre la carga teórica de las observaciones, lo que cuenta como hecho para una teoría ha de ser determinado siempre por otras teorías. Esto no origina ningún problema epistemológico especial si se concede que las teorías han de ser introducidas en un orden particular que refleja la relación de presuposición que se da entre ellas.

Con 'slogans' como «las teorías determinan sus propios hechos» ha de expresarse una tesis mucho más *fuerte* sobre la carga teórica de las observaciones. Esta es la tesis que se percibe paradójica y que seguramente indujo a Quine a increparla por su carácter nihilista. La situación a la que hace referencia, si es que existe, crea un difícil problema que parece conducir o a un laberinto o a la variante radical del subjetivismo al decirnos que 'los teóricos moldean los hechos para que encajen en la teoría'. Mi sugerencia, animada por una reflexión de Sneed en la pág. 93 de [47], consistió en reformular la paradoja aproximadamente como sigue[4]: «¿Cómo es posible que los hechos que prestan apoyo a una teoría hayan de ser descritos en términos de conceptos que sólo pueden entenderse si se presupone que la teoría es válida?» No es difícil ver que esto no equivale más que a un modo velado de formular el problema de los términos teóricos. Conocemos la solución a ese problema. En ocasiones se origina una confusión adicional al identificar erróneamente lo Observacional con lo No-teórico y lo No-observacional con lo Teórico. Haré unas cuantas observaciones sobre ello al final de esta sección.

Vayamos ahora al tercer punto. Se trata de un problema difícil que sólo tras la publicación de [52] se hizo reconocible y que pone bajo nueva luz uno de los aspectos del tema «inconmensurabilidad». Como antes mencioné, en [52] me concentré en el problema de cómo explicar el concepto de progreso en el caso del desalojo teórico. Formulado con algo más de precisión, el problema era el siguiente. Digamos que dos

[3] [40], pág. 87.

[4] La presente formulación mejora la dada en [52].



teorías que pretenden explicar los mismos fenómenos son teóricamente inconmensurables, abreviadamente: $inc_t$, cuando las superestructuras teóricas de las dos teorías son diferentes. Si fue $T_2$ la que desalojó a $T_1$, hablamos de *progreso* sólo si $T_1$ es reducible a $T_2$, pero no viceversa. Un concepto de reducción que sirva a este propósito debe aplicarse incluso a aquellos casos en que el desalojo teórico representa un 'cambio radical de paradigma' en el sentido de que $T_1\ inc_t\ T_2$. Yo defiendo la hipótesis filosófica de que una variante simplificada de la reducción Adams-Sneed sirve para ese fin. Con ello el concepto de reducción se convierte en la piedra angular para explicar la racionalidad científica de modo que se haga compatible con una negación de lo que Putnam, en la cita hecha al comienzo de esta sección, llamó el supuesto común de Popper y Feyerabend.

Desafortunadamente, todas las consideraciones que siguieron esa línea de pensamiento se basaban en *una noción demasiado intuitiva de los sistemas físicos*. Al principio, esto puede parecer sorprendente. Pues los sistemas físicos o elementos de $M_{pp}$ no se introdujeron sólo como individuos, sino de forma más sofisticada, como *individuos que incluyen funciones no-teóricas*. En la reunión de Londres/Ontario, el profesor Kuhn señaló el hecho de que en los casos de cambio radical de paradigma *hasta los $M_{pp}$ de las dos teorías resultarán ser diferentes*. En aquel momento yo adelanté la conjetura de que en tal caso tendríamos que 'descender a una mayor profundidad en la jerarquía de las teorías' para restablecer la comparabilidad. Es un hecho que una de las grandes ventajas del enfoque Suppes-Sneed, a diferencia del enfoque del lenguaje formal, es la de que nos permite precisar la estructura de las teorías con un nivel relativamente alto de abstracción sin hacer lo mismo con respecto a todas las teorías subyacentes. Sin embargo, esas teorías *pueden*, por supuesto, ser incluidas en el programa de investigación teórica tan pronto como se hace necesario.

Desde entonces, Sneed ha realizado interesantes investigaciones que incluyen un intento de mostrar que se da la relación de reducción entre una subparte de la mecánica de partículas clásica con el núcleo $K_{CPM}$ y una subparte correspondiente de la mecánica de partículas relativista con el núcleo $K_{RPM}$. Estos resultados han significado una contribución a la mejor comprensión del problema y permiten hacer supuestos sobre casos análogos.

Debo explicar, en primer lugar, lo que quiero decir con mi observación sobre la 'noción intuitiva' de los sistemas físicos y la necesidad de abandonarla. Antes de Sneed, en las formulaciones usuales de la mecánica de partículas clásica en MSS los elementos de $M_{pp}$ eran sistemas de partículas en movimiento que se describían por medio de la función de posición. Si se trata sistemáticamente de tomar en consideración la geometría subyacente, se llega a una indeterminación cuando se la quiere

sumergir en el espacio vectorial. Tal indeterminación se refleja en el conjunto de transformaciones admisibles. Ahora, encontramos una nueva dificultad fundamental.

En *CPM* las leyes que se formulan tienen una invariancia de Galileo. En *RPM*, una invariancia de Lorentz. Esto tiene consecuencias rigurosas para la reconstrucción formal. Llamemos a las clases de equivalencia resultantes del primer caso $E_G$ y a las del segundo, $E_L$. Las dos teorías a comparar ya no tratan de *los mismos* 'sistemas empíricos'. En el caso de la mecánica de partículas clásica el conjunto $M_{pp}$ ha de ser reemplazado por el *conjunto cociente* $M_{pp}/E_G$. Y en el caso de la mecánica relativista por el *conjunto cociente* $M_{pp}/E_L$. *Estos dos conjuntos cociente son diferentes.*

*«Prima facie», esto parece ser un resultado intermedio de consecuencias devastadoras para la idea de reducción*, pues las dos teorías a comparar ya no son teorías 'acerca de lo mismo'. Es cierto que los sistemas físicos que constituyen el punto de partida *son* los mismos, pero las dos teorías no se ocupan de esos sistemas. Al contrario, tratan de objetos más abstractos. En el primer caso, esas entidades abstractas que constituyen el objeto de la teoría o, en otras palabras, los nuevos modelos potenciales parciales de la teoría, son *las clases de equivalencia generadas por el grupo de transformaciones de Galileo*. En el segundo caso, los nuevos modelos potenciales parciales se componen de *las clases de equivalencia generadas por el grupo de transformaciones de Lorentz*. Cualquier 'sistema empírico' *s* arbitrariamente seleccionado pertenece tanto a una clase de equivalencia del primer tipo como a otra del segundo, pero esto no supone ninguna ayuda en absoluto pues *s* es *el único* elemento común a ambas clases. No hay ninguna 'correspondencia natural' entre los elementos de los dos sistemas de clases de equivalencia.

Aquí nos encontramos con una nueva, plausible y precisa interpretación de 'inconmensurabilidad'. Para distinguirla de $inc_t$, llamémosla $inc_e$ (por 'inconmensurabilidad empírica'). Como en el caso descrito, se aplica si los $M_{pp}$ de la primera teoría son diferentes de los $M^*_{pp}$ de la segunda teoría de forma tal que el supuesto de aplicación de la relación de reducción no se satisface. Al mismo tiempo, hemos obtenido una versión exacta de la objeción de Kuhn antes mencionada.

El resultado intermedio describe un hecho inalterable. Consideradas como teorías dinámicas, la mecánica newtoniana *NM* no es reducible a la mecánica relativista *RM* a causa de la relación *NM* $inc_e$ *RM*[5].

Puede hallarse una solución al problema volviendo a las geometrías físicas subyacentes. Ocurre que *ellas* no son inconmensurables, sino

[5] El bosquejo argumental se refería a pequeñas subteorías de *NM* y *RM*. El resultado *negativo* se transfiere a esas dos teorías más comprehensivas por un simple 'argumento *a fortiori*'.



comparables. Más exactamente, hay dos geometrías competidoras e *incompatibles*, una de las cuales puede considerarse refutada empíricamente.

Haré algunos breves apuntes acerca de las reflexiones de Sneed sobre la geometría física. Una teoría geométrica se modela de acuerdo con el patrón de una teoría física. Por primera vez, los $M_{pp}$ son 'cosas ordinarias', esto es, cuerpos sólidos. Solamente se describen con respecto a sus estructuras topológicas por medio de una teoría parte-todo o *mereología*. (El término «mereología» fue introducido por primera vez por S. Lesniewski. Sistemas de naturaleza similar se conocieron más tarde bajo el nombre de «cálculos de individuos». El lector puede omitir en el presente contexto la cuestión de si la ontología de tales sistemas debe estar de acuerdo con los principios del nominalismo o no.) Para medir objetos se escoge un subconjunto de esos 'objetos topológicos'. La elección parte de un 'conjunto paradigmático primario' de tales objetos y se hace en consonancia con aspectos pragmáticos. Los $M_p$ se construyen a partir de los $M_{pp}$ añadiendo una función *d*. Los elementos de *M* vienen dados por las dos condiciones adicionales siguientes: primera, *d* debe ser una *función de distancia* que satisfaga los bien conocidos axiomas de distancia; en segundo lugar, la *métrica* resultante *ha de representar la estructura topológica*. El lector ya habrá adivinado, correctamente, que dentro de ese marco *d* se introduce como una *cantidad teórica*. Se exige que en todos los modelos en que aparezcan, las distancias sobre todos los objetos patrones de medida que se hayan escogido sean *las mismas;* esa condición se expresa por medio de la *ligadura C*. (Más exactamente, la estipulación de la rigidez se identifica con la ligadura $\langle \approx, = \rangle$; para una definición precisa vid [52], págs. 75 y 83.) Por consiguiente, los objetos patrones de medición pueden ser considerados como los portadores de la función métrica o, abreviadamente, los *portadores métricos*.

Las conocidas dificultades y circularidades de la discusión sobre la naturaleza del cuerpo rígido se originan en el hecho de que dentro de la geometría física la distancia es una cantidad teórica, entendiendo «teórica», por supuesto, en el sentido de Sneed. Esto ya lo ha mostrado Balzer en su trabajo [3]. La demostración intuitiva de la teoricidad de la función de distancia sería la siguiente[6]: Supóngase que la distancia entre dos puntos se mide con una vara rígida y resulta ser 1. Ahora bien, ¿qué ocurre si la vara ya no está 'realmente recta' a causa de que mientras tanto ha sido combada? En tal caso, la vara se ha vuelto 'demasiado corta' para la operación de medir. La medida de la distancia como el intervalo 'más corto' o 'más recto' entre dos puntos *presupone* que la vara privilegiada es recta; en otras palabras: *se presupone* que es una parte de una línea recta euclidiana. Eso es lo mismo que pretender que la vara de me-

[6] Para una discusión más detallada, vid. Balzer, [3], págs. 100 y ss.

dir junto con su extremo *es* ya un modelo de la teoría. *Para determinar la distancia debe haber tenido éxito otra aplicación de la teoría, aquella en la que se averigua la rectilinealidad de la vara.*

Las observaciones de los dos últimos párrafos no son sólo vagas. Contienen, además, una gran simplificación de un aspecto esencial. Es cierto que en alguna parte debemos 'tomar tierra' y que uno de los objetivos de la mereología es partir de los objetos 'reales' estudiando sus relaciones parte-todo, pero desde ahí no podemos llegar a la geometría física de 'un solo gran salto'. Al contrario, esa teoría está en la cúspide de una jerarquía de tres niveles que consta de los estratos siguientes:

(1) mereología,
(2) topología,
(3) geometría física.

Tanto en (1) como en (2) aparecen los objetos físicos, pero mientras en (1) se tratan como objetos ordinarios, dentro de (2) se reconstruyen como objetos abstractos, esto es, como conjuntos de puntos. Así, si imaginamos que nuestra reconstrucción de la estructura jerárquica, que termina en *CPM*, se realiza en dirección opuesta, haciendo descender gradualmente nuestro camino hasta llegar a tierra, no encontramos objetos mundanos reales hasta no alcanzar el nivel de la mereología.

Podría quizá decirse que las cuestiones *filosóficas* interesantes surgen en la transición de (1) a (2), mientras que los problemas generados por el segundo paso de (2) a (3) son principalmente de naturaleza *técnica* y *matemática*. La cuestión filosófica más interesante y, presumiblemente, la más difícil, es la de cómo introducir la relación de congruencia sobre la magra base ofrecida por la mereología.

En principio, los problemas pueden considerarse resueltos. Intentaré explicar brevemente qué tipo de cosas aparecen dentro del marco conceptual de Sneed[7]. Los *modelos potenciales parciales*, esto es los $M_{pp}$, son entidades $\langle N, t \rangle$ donde cada uno de los $\langle N, t \rangle$ es un espacio topológico de Hausdorff. Los *modelos potenciales*, esto es, los $M_p$ son entidades $\langle N, t, \mathfrak{A}, G \rangle$ donde $\langle N, t \rangle$ significa lo mismo que antes, $\langle N, \mathfrak{A} \rangle$ es una variedad diferenciable de dimensión 4 y $G$ es un subconjunto del producto cartesiano $N \times TN \times TN \times \mathbb{R}$, siendo $TN$ el espacio tangente de $N$. Los modelos, es decir, los $M$, son, como antes, cuartetos $\langle N, t, \mathfrak{A}, G \rangle$, pero con dos propiedades más. Para cada $q \in N$, $G_q$ es un cierto tensor-(0,2) simétrico y positivo; y para todos los subconjuntos $A$ de $N$ y todos los campos vectoriales $X$ e $Y$ de clase $C^\infty$ sobre $A$, la función $f$ es $C^\infty$, asignando $f$ a cada $q \in A$ el valor $G_q(X_q, Y_q)$. En otras palabras, los modelos son variedades riemannianas. En cada modelo, $G$ define una métrica sobre $N$ y esta métrica induce una topología que puede

[7] Presuponemos una cierta familiaridad con la teoría de las variedades diferenciables en este párrafo.



demostrarse que es idéntica a la topología de los subconjuntos de $N$ abiertos con respecto a $\mathfrak{A}$.

Puede resultar útil recordar una vez más ciertas consideraciones de Reichenbach. De las dificultades de ese tipo Reichenbach sacó la conclusión de que los enunciados acerca de la métrica no son aserciones sino meras convenciones. De algún modo, este resultado era inevitable para él pues (1) le era ajena la noción de conceptos teóricos y (2) los enunciados empíricos deben ser contrastables con respecto a una base evidencial sin quedar envueltos en una circularidad. Quizá sea justo decir que Reichenbach seguía muy de cerca el rastro de la teoricidad pero que, finalmente, a partir de observaciones verdaderas llegó a una conclusión equivocada en este nuevo campo al usar tácitamente una premisa del género siguiente: 'lo que no puede ser contrastado por medio de observaciones debe ser una convención'. Se 've' literalmente la eficacia del 'dogma empirista', apropiadamente criticado por Quine, según el cual existe una tajante línea de demarcación entre convenciones y hechos. En contextos como éste, podría añadirse, *la convencionalidad es una teoricidad mal entendida.*

Para un sutil análisis que distingue entre circularidad superficial y circularidad profunda, vid. la segunda parte del capítulo 3.

La actitud de Reichenbach que acabamos de criticar, no debe ser confundida con 'la tesis de la convencionalidad de la métrica de Poincaré'. En cierto sentido, el resultado de Sneed puede interpretarse como una forma de precisar esa tesis que, en términos generales, dice: *Con una elección adecuada de portadores métricos podemos obtener, hasta un cierto límite, una métrica arbitraria.*

Casi todas las discusiones filosóficas sobre el espacio y el tiempo cuentan con la presuposición (explícita o tácita) de que sólo 'los cuerpos sólidos' pueden considerarse como los instrumentos con los que se mide la longitud. Pero, ¿por qué? ¡Ni siquiera es necesario aceptar la restricción a objetos inorgánicos!

Imagínese una cultura de las denominadas 'primitivas' que satisfaga las siguientes tres condiciones: (1) aún no se ha inventado la rueda, (2) por desgracia, no se dispone de esclavos y (3) han de medirse extensas áreas. La gente puede aún usar varas de hierro o cobre con tal fin, pero les resulta bastante inconveniente. *Supongamos que un genio científico tiene la idea de usar vacas como portadores métricos.* (Demos por sentado que esos animales tienen delante y detrás huesos prominentes adecuados para hacer marcas.) La propiedad más conveniente de esas varas de medir es que *se mueven a sí mismas* y, en la inmensa mayoría de los casos, incluso *en la dirección en que uno desea que se muevan.*

Ciertamente, esta medida vacuna crea algunos problemas a su usuario. En cualquier caso y aunque estén bien tratados, los animales mueren tras un cierto tiempo por lo que es necesario tener un número suficiente de copias, tan perfectas como sea posible, de la 'vaca *standard*'. Propiedades más enojosas son el crecimiento y, en ocasiones, la reducción. Que la gente de esa cultura se vea importunada por esas cuestiones sólo demuestra cuán pronto se anuncian a sí mismos los obstinados problemas de la *rigidez* y la *teoricidad*.

Algunos escépticos pueden sospechar que el ganado tiene algunas desventa-

jas más, pero si esos escépticos no han tenido inconveniente en hacer un viaje al pasado posible, si fuerzan un poco más su fantasía, pueden inventar animales sin tales defectos, como cocodrilos dóciles o tortugas rápidas.

Sin embargo, la arbitrariedad no es el caso normal. Por lo general, se incluirán otros objetos como patrones de medida, por una parte, y algunos de ellos serán desechados, por otra. Sólo los *objetos paradigmáticos* siguen siendo los mismos en tanto se pueda trabajar con la misma geometría. Solamente cuando se encuentran dificultades empíricas (¡Experimento Michelson-Morley!) se reconsidera si la elección de objetos patrones fue correcta. Decidir usar como patrones de medida otros objetos equivale a *construir un nuevo núcleo conceptual*, es decir, *a cambiar a una nueva geometría física*.

Con el fin de ilustrar esto mostremos cómo se pueden usar las ideas de Sneed para aclarar un punto que ha causado cierta confusión en la filosofía del espacio-tiempo. Encaja muy bien en el presente contexto porque un partidario de la tesis de la inconmensurabilidad puede juzgar este punto como una confirmación de su opinión[8]. Por conveniencia, me referiré a la obra de Sklar, [46], págs. 97-99 y, en particular, al principio de la pág. 97 y final de la pág. 98. Sklar bosqueja el convencionalismo de Poincaré y la crítica de Eddington y Reichenbach. Según Poincaré, dos teorías incompatibles $T_1$ y $T_2$ pueden concordar con los mismos datos observacionales. Ambas teorías tienen una parte 'geométrica' y una parte 'física' adicional. La diferencia entre las partes geométricas de $T_2$ y $T_1$ se compensa haciendo modificaciones adecuadas en la parte física. En oposición a ello, Eddington y Reichenbach insisten en que ése es un modo erróneo de representar la situación: «Propiamente hablando sólo hay una teoría, aunque se escriba de dos formas diferentes» (Sklar, pág. 97). Lo que olvidó Poincaré es el hecho de que en las dos teorías 'las palabras se usaban con significados diferentes'. Esto llega a ser obvio tan pronto como nos damos cuenta de que las reglas de correspondencia (llamadas 'definiciones coordinativas' por Reichenbach) que fijan la referencia de los conceptos físicos y geométricos son diferentes en ambos casos: «Ya que las definiciones coordinativas para los términos de las 'dos' teorías son diferentes, esos términos tienen, simplemente, diferentes significados en los dos contextos» (Sklar, pág. 99).

La idea parece ser la siguiente: se nos dan dos teorías diferentes $T_1$ y $T_2$, formuladas en los términos básicos de esas teorías y que describen los mismos fenómenos $P$. La diferencia entre $T_2$ y $T_1$ se compensa con el uso de las reglas de correspondencia $C_2$ para $T_2$, diferentes de las reglas de correspondencia $C_1$ usadas en el otro caso. Por tanto, las 'dos versiones' de esta 'única' teoría pueden representarse formalmente por $\langle P, C_1, T_1\rangle$ y $\langle P, C_2, T_2\rangle$.

[8] El Dr. W. Balzer llamó mi atención sobre este aspecto.



Feyerabend y Kuhn podrían objetar, *correctamente en mi opinión*, que con respecto a los *fenómenos P* hay un punto oscuro. Un objeto perteneciente a $P$, un 'fenómeno observado' o un 'resultado experimental', debe describirse con la ayuda de una sentencia que contiene los términos básicos. Si esos términos básicos adquieren *significados diferentes* con $C_1$ y $C_2$, entonces no sólo es confuso, sino *incorrecto* hablar en los dos casos de los *mismos fenómenos*. «$P$» en el primer caso debe reemplazarse por «$P_1$» y en el segundo por «$P_2$». Así, y tras una inspección cuidadosa, lo que se llama en la exposición de Sklar sobre Eddington y Reichenbach 'una teoría escrita en dos formas confusamente diferentes' resulta ser *un caso de inconmensurabilidad*.

La interpretación de Sneed de la geometría física puede ayudarnos a poner en claro este punto. La presentación de los fenómenos $P$ *no* se hace por medio de una descripción en un lenguaje que contenga los términos geométricos básicos. Antes bien, esos fenómenos se caracterizan dentro de la mereología (teoría de los todos y sus partes) cuyo lenguaje es 'independiente' de las nociones geométricas. Todo fenómeno es un elemento de $M_{pp}$ y estos modelos potenciales parciales son sistemas mereológicos. Es cierto que el concepto de *punto* aparece tanto en mereología como en geometría, pero eso no es obstáculo, pues los conceptos *relacionales* son diferentes en la mereología y la geometría física.

Debe mencionarse de pasada que, primero, con Sneed las reglas de correspondencia se reemplazan por ciertas ligaduras; segundo, que no importa en absoluto la naturaleza precisa de $T_1$ y $T_2$. El aspecto más destacado es que Sneed consigue lo que para muchos filósofos es dudoso: dos teorías *inconmensurables prima facie* pueden reconstruirse remontándose a una base 'observacional' *común*.

Animados por estos resultados podemos sacar las dos conclusiones siguientes:

(1) Dentro del enfoque estructuralista pueden elucidarse algunos conceptos relativos a la inconmensurabilidad.

(2) Un tipo de inconmensurabilidad particularmente alarmante es el empírico, $inc_e$. En los casos de cambio teórico radical encontraremos una y otra vez ese tipo de inconmensurabilidad. *Pero ello no debe inquietarnos*. En todos ellos nuestra investigación puede guiarse por la conjetura *de que las teorías son inconmensurables a causa de que se basan en teorías subyacentes incompatibles*.

Podemos dar un paso más en nuestras especulaciones: Una mayor clarificación de este tipo de inconmensurabilidades, de las dificultades causadas por ello y de los posibles modos de remontarlas dependerá de que en el futuro podamos comprender mejor la estructura jerárquica de las teorías y las relaciones de presuposición que se dan entre ellas.

No debe olvidarse, naturalmente, que hemos discutido 'el problema de la inconmensurabilidad' sólo en relación con un ejemplo paradigmático. Hay indudablemente otras formas de inconmensurabilidad y, en consecuencia, otras dificultades. Balzer, en [5], ha tratado algunas de ellas, haciendo una referencia explícita a ejemplos y textos de Feyerabend.

Quizá sea útil, debido a la exposición zigzagueante de esta sección, resumir algunos de los principales puntos. Para no incomodar demasiado al lector y a costa de algunas repeticiones, usaré algunas formulaciones del conocido artículo de D. Shapere [45], que ofreció un resumen excelente y muy claro de algunos de nuestros problemas.

(I) En la pág. 122, Shapere atribuye a Feyerabend y Kuhn la opinión de que la ciencia «siempre guarda relación con un marco de fondo que es puramente arbitrario e inmune a la crítica racional».

Nosotros hemos separado severamente las cuestiones de 'inmunidad' de los problemas de 'crítica racional'. Las teorías *son* inmunes en varios aspectos pero, por supuesto, eso no muestra que las hipótesis empíricas sean irrefutables. Sólo pone de manifiesto la inadecuación de explicar la noción de teoría en términos de aserciones hipotéticas tal y como hacen las distintas escuelas de empiristas y racionalistas críticos. Precisamente por encontrarse en tan precaria situación dentro de la filosofía de la ciencia de hoy la noción de teoría (vid. [45], pág. 124), debemos ser muy cuidadosos al diferenciar entre varias nociones. Hemos distinguido entre tres clases de conceptos: (a) *conceptos teóricos*, como elemento teórico, red teórica, elemento-núcleo, red de núcleos, etc.; (b) los *conceptos relativos a aserciones empíricas*; (c) *conceptos pragmáticos*, como los de mantener una teoría o evolución teórica.

Si alguien replica que esas diferenciaciones parecen artificiales, sólo llamaré su atención sobre nuestra observación de que la cosa más natural del mundo era decir que todos los newtonianos mantenían la *misma* teoría o que todos ellos tomaron parte en la evolución de *esa* teoría. ¿Cómo pretender expresar esto dentro del enfoque enunciativo sin giros torturantes?

(II) En el mismo contexto y en la pág. 122, encontramos la afirmación, oída con frecuencia y adscrita a Feyerabend y Kuhn, de que «la ciencia no es 'objetiva', no experimenta un progreso real». Juzgado por su valor facial, este enunciado equivale a afirmar que todos nosotros, *incluidos los empiristas, los racionalistas críticos, Feyerabend y Kuhn*, sabemos exactamente lo que significa «progreso científico» en todos los géneros de situaciones posibles, que, además, todos tenemos la misma noción de progreso y, finalmente, que mientras todos los otros creen en el progreso, Feyerabend y Kuhn, no. Esta pequeña reflexión muestra, creo yo, que debe haber algo fundamentalmente equivocado en esa imputación. Una reconstrucción más admisible de las opiniones de Feyerabend y Kuhn supondría *más un reto que una negación*. Ese desafío concierne a la cuestión de qué pueda *significar* «progreso» en el caso de un cambio teórico radical. Y si ese reto ha de combinarse con una negación, entonces se trata de la negación de que a tal cuestión se le haya dado respuesta en el pasado. Yo me suscribiría a todo ello. No se ha ofrecido aún ninguna respuesta satisfactoria a este problema elucidativo.



Si estoy en lo cierto, entonces: (1) existe una respuesta a ese problema; (2) ha de darse en términos de *relaciones interteóricas* particulares; (3) la 'solución' a nivel de la filosofía *general* de la ciencia consiste en la formulación de importantes condiciones necesarias para la reducción estricta y aproximativa; (4) sólo dentro de la filosofía especial de la ciencia pueden darse 'soluciones reales', aplicables a pares de teorías particulares y en términos de relaciones interteóricas; (5) tras el éxito de las soluciones a los problemas conceptuales quedan todos los difíciles problemas de averiguar si aquí y allá el cambio teórico fue progresivo. Estos son problemas empíricos. Quizá debiera añadir: *«si son decidibles»*. Puede ocurrir también que no lo sean. Recordemos que la relación de reducción compara redes teóricas. Si se define «progreso» de tal forma que con respecto a la teoría desalojada, sólo se comparan redes sobre ciertos núcleos básicos que *se hayan construido efectivamente* con la red sobre el núcleo básico de la teoría sustituyente, podemos llegar a una conclusión precisa: para todas las redes del primer tipo existen redes 'superiores' del último tipo. Pero, ¿qué ocurre si la relación se define en términos de todas las redes posibles? Ese fue el sentido en el que afirmé en [53] que en un mundo posible podría existir un SuperNewton que constituyese la contrapartida de nuestro Einstein y que considerar esto como posible *no* supone aceptar el relativismo epistemológico.

(III) Aparte del problema de la comparabilidad, el enfoque Feyerabend-Kuhn ha combatido, según Shapere, la tajante distinción entre «términos científicos» y «expresiones metacientíficas» de la tradición positivista. (Vid. [45], segundo párrafo de la pág. 122.) Shapere menciona como ejemplo la noción de explicación de la que se afirma que su significado sufre un cambio sustantivo cuando tienen lugar revoluciones científicas.

Aquí, una vez más, me parece que la cuestión ha de ser considerada desde un ángulo diferente. El error básico cometido por la tradición empirista-positivista no fue la distinción tajante entre ciencia y metaciencia sino (1) la no-distinción entre *filosofía general de la ciencia* y *especial* y (2) el supuesto equivocado de que dentro de la filosofía *general* de la ciencia todos los análisis filosóficos importantes podían llevarse a cabo en términos de condiciones suficientes y necesarias. La mayoría de los análisis elucidativos propuestos, o incluso casi todos, sólo pueden realizarse al nivel de la filosofía especial de la ciencia, es decir, cuando nos

ocupamos de teorías *concretas*, sus aplicaciones *especiales* y sus interrelaciones *particulares*. Para los detalles remitimos al lector al capítulo 7. Un punto importante adicional que debe recalcarse es el de que desde esta perspectiva *no* debe concluirse que todo el trabajo que resta por hacer ya no es sistemático, sino histórico, o histórico más psicológico más sociológico. Pues, aun cuando ciertamente una gran parte de ese trabajo *será* de ese género, la mayor parte del trabajo 'preparatorio' de estudios sistemáticos particulares y, por supuesto, *no sólo* el trabajo preparatorio, sino también los análisis sistemáticos del tipo Suppes-Sneed, alcanzarán, al menos, igual importancia. Sólo mediante un enfoque *combinado* que incluya tanto estudios histórico-psicológicos como sistemáticos, puede esperarse conseguir una comprensión óptima de la estructura y mutación científicas.

**(IV)** Se ha dado una respuesta algo similar a la afirmación de Shapere en la pág. 125 de que «el análisis positivista de las teorías científicas como sistemas axiomáticos interpretados no ha servido de ninguna ayuda», pues esto presupone «que ya sabemos *qué* proposiciones *forman* parte de la teoría». Sin embargo, como paso preliminar debemos recordar la ambigüedad de «axiomatización» y que, en los capítulos 1 y 2, decidimos por las razones indicadas allí no aceptar el enfoque de Carnap o del lenguaje formal, sino el de Suppes o informal.

No obstante y por supuesto, la fuerza del desafío que supone esa afirmación sigue siendo la misma después de tal decisión. El problema es similar al planteado por Kuhn en el simposio de Londres en [22], es decir, en virtud de qué criterios *identificamos* una teoría históricamente dada. Creo que para responder a esa cuestión respecto de un caso particular deben tomarse en cuenta aspectos lógicos, epistemológicos *e* históricos. En la larga nota a pie de página 17 de [54], hice un primer intento de sistematizar ponderadamente esos aspectos.

**(V)** El problema quizá más importante, o al menos, el más difícil, junto al **(II)**, tiene que ver con la cuestión, tratada por Shapere en las págs. 119, 121, 124, 127 *et passim*, de *en qué forma el significado de los términos observacionales depende de la teoría*. Todas las consideraciones de Shapere sobre este tema descansan en la presuposición de que este problema concierne a la dicotomía observacional – teórico. Pero si estoy en lo cierto, entonces debemos primero buscar aquello que ha de reemplazar esa dicotomía, pues en sí misma es la confusa amalgama de dos dicotomías diferentes, es decir, la dicotomía *epistemológica* «observacional – teórico» y lo que en el capítulo 3 llamé la dicotomía *«quasi-semántica»* «*T*-teórico – no-*T*-teórico».

Hay, en primer lugar, una diferencia *formal* entre las dos dicotomías y, en segundo, una diferencia fundamental con respecto al *papel* que juegan en la filosofía de la ciencia en general y las reconstrucciones racionales en particular.



La diferencia formal es en sí misma cuádruple: (1) Dentro de la primera dicotomía debe caracterizarse positivamente lo que ha de considerarse como *«observacional»*. Frente a ello, en todos los casos particulares de una teoría *T* en donde se aplica la segunda dicotomía, los términos *T-teóricos* se singularizan positivamente por medio de un criterio. (2) La *noción de un 'continuo'* (Shapere, pág. 127) sólo se aplica a la primera dicotomía, ya que es sólo ahí en donde, como dice Carnap, hemos de hacer 'un corte dentro de un continuo'. El dominio de aplicación de la segunda dicotomía es un número *finito*, en realidad *un número muy pequeño*, de términos, es decir, los términos básicos de una teoría física *T* presentada en una axiomatización informal, algunos de los cuales resultarán ser *T*-teóricos, mientras el resto será no-*T*-teórico. Aquí la 'noción de un continuo' no tiene ningún sentido en absoluto. (3) La dicotomía observacional/no-observacional es básicamente *convencional*, mientras la teórico/no-teórico es *no convencional*. (4) A pesar de su carácter convencional la primera dicotomía es *no relativa*, mientras la segunda siempre es *relativa a una teoría particular*. (Uno y el mismo término, «presión», por ejemplo, puede ser teórico con respecto a una teoría, como la mecánica de partículas clásica, y no-teórico con respecto a otra, como la termodinámica de equilibrio clásica.)

En concreto, la primera dicotomía es relevante dentro de una teoría de la confirmación y contrastación o, con una mayor generalidad, para una teoría en cuyo contexto cobre importancia la clarificación de la noción de *apoyo evidencial*. Aun cuando durante algún tiempo algunos filósofos empiristas creyeron que las sentencias observacionales habían de ser absolutamente ciertas, parece que hay ahora un acuerdo general en que siempre habrá 'componentes hipotéticos' en las sentencias observacionales con independencia de en donde se realice el 'corte' en el continuo. Así, siempre *pueden* ser cuestionadas en *contextos particulares* y abandonadas *bajo ciertas circunstancias*. ¿Lleva esto *per se* a dificultades epistemológicas? Por lo que puedo ver, tales dificultades sólo surgirían si fuese cierto lo que he llamado 'holismo metodológico', según el cual todas las teorías importantes han de ser introducidas simultáneamente y no en un orden especial (como, por ejemplo, geometría física clásica → cinemática clásica → mecánica de partículas clásica → termodinámica de equilibrio clásica). Pues sólo en *ese* caso se convertiría en un problema urgente y difícil cómo contrastar supuestos hipotéticos sobre la base de una evidencia observacional que presupone la validez de las aserciones empíricas de otros 'elementos de la familia de teorías en su conjunto'. En la medida en que puedo saberlo, la evidencia disponible actual *no* está a favor de esa versión del holismo. Por consiguiente, podemos dejar abierta la cuestión de si esto llegará a ser un serio problema; tanto más cuanto que he omitido en la medida de lo posible el aspecto relacionado con la confirmación tanto en [52] como en la presente obra. Aparente-

mente he causado una cierta confusión en [52] con el uso del predicado «empírico», que puede asociarse o con la primera o con la segunda dicotomía. Sin embargo, las posibles ambigüedades pueden ser fácilmente eliminadas por la siguiente observación: A menos que se formule explícitamente de otro modo, *«empírico»* ha de ser usado siempre como sinónimo de *«no-teórico»* y, por tanto, ha de tomarse en el sentido *relativizado*.

Por lo que concierne a la segunda dicotomía, el principal problema conectado con ella es el de los términos teóricos. Esto ya ha sido tratado en el capítulo 3. Puede ocurrir que algunas otras dificultades desaparezcan automáticamente por ser el resultado de la confusión entre las dos dicotomías. La distinción teórico – no-teórico puede usarse para ofrecer una mayor clarificación de las conocidas expresiones «teóricamente dependiente» o «carga teórica».

Intentaré ofrecer ahora una breve explicación de lo que ha de considerarse *'un hecho para una teoría'*, suponiendo con ello una cierta familiaridad con el vocabulario técnico que distingue entre $M_{pp}$, $M_p$ y $M$. En realidad, resulta ambiguo decir «hecho para una teoría», pues para una teoría $T$ que contenga términos $T$-teóricos, no supone ninguna diferencia el que tratemos de hechos *descritos* o de hechos *explicados*. Supongamos, por ejemplo, que consideramos *CPM* (la mecánica de partículas clásica). ¿Acerca de qué trata la teoría? El modo más simple de responder a esa pregunta es el siguiente. La teoría no *describe* sistemas empíricos, esto es, sistemas de partículas en movimiento tal y como pueden describirse con el vocabulario no-teórico de la cinemática de partículas. Antes bien, *describe* las *entidades teóricamente enriquecidas* correspondientes, esto es, *las partículas en cuanto dotadas de masa e incluyendo las fuerzas que actúan entre ellas*. Al hacer esto, *explica* la conducta de los sistemas cinemáticos. En términos generales: las aserciones empíricas de una red teórica no han de describir los $M_{pp}$; esto lo hace la teoría subyacente. Describen los enriquecimientos teóricos, es decir, los $M_p$ en tanto se convierten en miembros de $M$ y satisfacen las ligaduras. Con ello explican la conducta de los $M_{pp}$ o, si se prefiere, explican las situaciones fácticas que pueden describirse en el 'lenguaje no-teórico de los $M_{pp}$'[9].

No debemos olvidar que éste no es un 'diseño a dos niveles' de la descripción y la explicación, sino una descripción a muchos niveles a causa de la relatividad de la distinción teórico – no-teórico que refleja el orden jerárquico de las teorías.

[9] Quiero mencionar de pasada que todo esto está de acuerdo con el modo en como Putnam caracteriza la teoría de la relatividad en [35]. Tal teoría no trata de varas, relojes, etc., tal y como creían los viejos empiristas. Al contrario, se ocupa de una entidad teórica: el *campo métrico* cuyas características describe, explicando con ello entre otras cosas la conducta de entidades empíricas, como varas, rayos de luz y relojes.

# Capítulo 12
# OBSERVACIONES FINALES

A la vista del gran número de aspectos lógicos, epistemológicos, pragmáticos e históricos discutidos en este folleto puede haber ocurrido que cuestiones de importancia secundaria hayan tomado el lugar de temas importantes. Intentaré resumir, por tanto, los puntos que deseo acentuar.

Las expresiones «concepción enunciativa» y «concepción no-enunciativa» son ambiguas. Deben distinguirse cuatro significados diferentes. La $c.e._1$ designa el enfoque del lenguaje formal o enfoque de Carnap, mientras el *«estructuralismo»* en el sentido de *«c.no-e.*$_1$*»* designa el enfoque que dentro de la filosofía sistemática de la ciencia, en lugar de trabajar con lenguajes formalizados y teorías lógicas formalizadas, hace uso solamente de la teoría de conjuntos y la lógica *informales*. La llamaré *enfoque de Suppes* para abreviar.

Mi principal afirmación fue que, al menos en el campo de la filosofía especial de la ciencia (que se ocupa de teorías físicas particulares), $c.e._1$ *no es una alternativa realista y viable frente a* $c.no\text{-}e._1$, sino más bien el producto de un deseo que quisiéramos ver convertido en realidad. Tal afirmación, formulada como Tesis 1 del capítulo 1, se basa en el hecho empírico de que (1) del capítulo 1 no es cierta, es decir, que la filosofía de la ciencia no está poblada hoy de Super-Super-Montagues. Por tanto, la preferencia dada al estructuralismo tiene su origen en una demanda

puramente *práctica*. La situación se ilustró con una analogía tomada de las matemáticas. Al enfoque de Carnap le corresponde el *enfoque metamatemático* (o 'enfoque de Shoenfield'), mientras que al enfoque de Suppes le corresponde el *enfoque de Bourbaki*. Bourbaki tuvo éxito al ofrecer una reconstrucción de la matemática moderna en términos precisos solamente porque *no* pretendió formalizar la totalidad de las matemáticas como, por ejemplo, hizo Shoenfield con la teoría de conjuntos, sino que en lugar de ello usó ampliamente la lógica informal y la teoría informal de conjuntos.

En la medida en que el enfoque estructuralista se ocupe solamente del aspecto *matemático* de las teorías físicas, no se puede hablar de una extensión del programa de Bourbaki, sino simplemente de una *inclusión* de las teorías de la física matemática en tal programa. Los esfuerzos por llevar a cabo tal inclusión se remontan a los intentos de Suppes de aplicar los modernos criterios de rigor a las axiomatizaciones de las teorías físicas. (Retrospectivamente esto parece bastante natural por cuanto la física matemática *es* también matemáticas, es decir, las estructuras que describe *son* estructuras matemáticas. Un mérito más de Suppes es que tuvo éxito en la aplicación del modelo de Bourbaki también a otras disciplinas; éste no es, sin embargo, el tema de nuestra discusión.)

La física matemática es matemáticas. *Pero también es algo más*. Al llegar a este punto nos encontramos con que considerar una *ideología operacionalista* como ese algo más e incorporarla a la axiomatización puede llegar a representar un gran peligro. Las axiomatizaciones pre-Suppes nos ofrecen buenos ejemplos de tales ideologías. No podemos hablar de un *análogo* o una *extensión del* programa de Bourbaki antes de complementar la axiomática informal con la *teoría informal de modelos (semántica informal)*. Sneed y Balzer & Sneed han esbozado esa teoría al nivel de la filosofía general de la ciencia y Sneed y otros la han aplicado a distintas teorías particulares.

Recuerdo[1] que las diferencias de opinión entre Suppes y Sneed constituyeron el hilo conductor para acceder al nuevo enfoque y entenderlo mejor y para mostrar la fuerte liberalización de la actitud empirista implícita en él. El punto de partida fue la concepción de Suppes sobre los objetivos de una teoría de la medida fundamental. Como hemos visto, el empirismo de Suppes es al mismo tiempo muy liberal y muy sofisticado por cuanto reduce el principio del empirismo al requisito de que para todas las cantidades introducidas por medida fundamental se demuestre un *teorema de representación*. Incluso los empiristas más tolerantes encontrarán *demasiado liberal* esta actitud de Suppes. Frente a ello, la posición de Sneed se distingue de todas las potenciales críticas a Suppes de

[1] Vid. [2].



corte empirista por considerar *demasiado restrictivo* el empirismo de Suppes. De acuerdo con él es imposible demostrar un teorema de representación para aquellas cantidades de una teoría que son teóricas respecto a ella.

En consecuencia, el *programa Suppes-Sneed*, como podría denominarse la axiomatización de teorías físicas complementada con la teoría informal de modelos, no sólo parece ser *el primer análogo existente del programa de Bourbaki*; es posiblemente, además, *la más liberal de todas las variantes conocidas del empirismo*.

Para evitar malentendidos con respecto a esta afirmación, en particular por parte de los filósofos de la ciencia que prefieren un enfoque histórico dentro de la filosofía de la ciencia, debe haber una claridad absoluta en relación con el punto siguiente. *El programa Suppes-Sneed como un análogo del programa de Bourbaki sólo convencerá a aquellos que compartan con esos dos autores y conmigo la idea siguiente: que los análisis usuales de las teorías físicas son bastante insatisfactorios y que no debemos partir del supuesto de que las exposiciones físicas abundan en precisiones y que lo que falta es sólo una interpretación filosófica adecuada de tales exposiciones, por cuanto ya son satisfactorias en sí mismas*.

La diferencia de opiniones comienza ya en las axiomatizaciones. Desde el punto de vista de Suppes las axiomatizaciones usuales «dejan de cumplir los criterios modernos de rigor lógico en grados diferentes que dependen del ejemplo específico. En ocasiones los conceptos primitivos y los axiomas no están claramente identificados; no se plantean cuidadosamente las cuestiones relativas a la independencia de primitivos y axiomas; con frecuencia, la naturaleza epistemológica de los axiomas es imprecisa; hay ocasiones en las que la 'intuición física' se emplea como regla de inferencia para obtener teoremas»[2]. En principio, la situación es análoga a la de las matemáticas. Todos aquellos matemáticos, si es que los hay, que mantienen la opinión de que las presentaciones tradicionales de la topología, el análisis, la geometría diferencial, etc., son satisfactorias, negarán que la realización del programa de Bourbaki haya contribuido mucho a la clarificación de los conceptos, estructuras y conexiones matemáticas.

Aún más, el título de este folleto será considerado por muchos demasiado pretencioso. Podría atenuarse convirtiéndolo en la pregunta contrafáctica: ¿Qué *haría* el general Bourbaki si se viera obligado a ocuparse de la física, pero *no sólo* con el aspecto matemático de la física? Hemos visto que muchos conceptos que deben ser introducidos y muchas cuestiones que han de ser planteadas son típicamente filosóficas,

[2] Moulines-Sneed, [33], pág. 65.

como es el caso de las siguientes: la cuestión de si y por qué la 'única gran aplicación' de una teoría ha de ser reemplazada por *una clase abierta de aplicaciones propuestas;* el concepto y problema de la *teoricidad;* la distinción entre *elementos teóricos* y sus *aserciones empíricas:* la cuestión de cómo puede abrirse el marco conceptual a las *'pragmatizaciones':* los *problemas de inconmensurabilidad* y otros muchos. Comenzamos en el capítulo 1 con la posible extensión del programa de Bourbaki y estamos acabando ahora con especulaciones sobre las posibles actividades de Bourbaki (¡incluyendo las filosóficas!). Quizá se pregunte alguien: «¿Es eso razonable?». Bien, se justifica como un recordatorio permanente del alto nivel de precisión técnica y filosófica requerida por el enfoque Suppes-Sneed.

Todas las analogías con Bourbaki carecen de importancia para aquellos que aún no estén convencidos. Al rechazar la necesidad de una mayor clarificación y comprensión, para ellos la controversia será lo mismo que buscar la respuesta sin interés a la cuestión de si las cosas innecesarias deben hacerse dentro del enfoque del lenguaje formal o en términos de la teoría informal de conjuntos. De modo similar, para esa gente, y sólo para ella, la comparación entre las concepciones enunciativas y no-enunciativas se convierte en algo insustancial aunque esta vez en el sentido de que las primeras son trivialmente correctas. En efecto, si nada ha de ser reconstruido, se nos remite a los libros de texto sobre física matemática y, como se verifica fácilmente, *esos libros consisten en páginas llenas de enunciados.*

Esa actitud de indiferencia y apatía prevalecerá posiblemente entre aquellos filósofos que consideran la filosofía de la ciencia sistemática menos importante que la psicología, la sociología y la historia de la ciencia. Quizá pueda tranquilizarse a los filósofos de tales creencias con la observación de que la controversia no es una lucha por el monopolio filosófico. Puede haber numerosas cuestiones a las que sólo se les pueden encontrar respuestas satisfactorias en una de esas otras disciplinas. Pero *en tanto que* se consideren importantes los estudios sistemáticos, debería preferirse el enfoque estructuralista al del lenguaje formal.

No seremos capaces de evaluar la importancia *relativa* de *todos* los enfoques distintos posibles hasta no haber realizado la mayor parte del trabajo. Hasta entonces pasará mucho tiempo.

No debemos olvidar una cosa: el programa de Bourbaki está realizado en gran medida, mientras que la filosofía de la ciencia está aún en su infancia, no importa si consideramos que ha de hacerse al estilo análogo al de Bourbaki o no. (Digo esto porque no me hago ilusiones sobre la realización del programa. Hay muchas razones posibles por las que puede fracasar: que no interese al número suficiente de personas; que atraiga a investigadores con intereses primordialmente filosóficos y sin el suficiente conocimiento básico 'científico' y 'técnico'; que los estudiosos cualificados sean muy reacios a dedicar mucho esfuerzo y energía a un proyecto que parte de una base relativamente primitiva, etc.)



Los próximos comentarios polémicos frente a $c.e._1$ deben restringirse en dos respectos:

(1) Puede suceder que ciertos tipos de problemas sólo puedan ser resueltos con el uso de teorías formalizadas. La llamada *eliminabilidad de Ramsey* en el sentido de Sneed es un caso que viene a cuento[3]. En esta cuestión, por ejemplo, puede ocurrir que sea importante que aquello en lo que estemos interesados sean resultados *negativos,* es decir, la imposibilidad de eliminar términos teóricos mediante el hallazgo de un sustituto de Ramsey[4]. Para ello quizá baste la formalización de una pequeña subparte de la teoría en cuestión. Mas esto es una vaga intuición y puedo estar equivocado.

(2) Es posible que en ciertos casos resulten aconsejables o, incluso, necesarias formalizaciones *parciales.* El 'análisis semántico' de las teorías físicas de Van Fraasen puede tomarse como una ilustración de este punto[5]. Dentro del enfoque de Vran Fraasen el objeto de la formalización no es la 'teoría principal' sino una *teoría satélite* de 'sentencias elementales' puestas en correspondencia con ciertas entidades de la teoría principal. Como esta última constituye el objeto de reconstrucción dentro del marco estructuralista los dos enfoques son, por supuesto, totalmente compatibles.

Los segundos significados importantes de las expresiones «concepción enunciativa» y «concepción no-enunciativa» fueron $c.e._2$ y $c.no\text{-}e._2$. Se refieren a algo totalmente distinto a $c.e._1$ y $c.no\text{-}e._1$. El nuevo enfoque sugiere diferenciar estrictamente entre *teorías* y *redes teóricas,* por un lado, y las *aserciones empíricas* asociadas con las teorías o redes teóricas, por otro. ¿Cuál es la naturaleza lógica de esas aserciones empíricas? De acuerdo con $c.e._2$, o concepción tradicional, las aserciones empíricas de las teorías han de representarse como clases infinitas de sentencias. Según la posición de $c.no\text{-}e._2$, cada una de esas aserciones es sólo *una* gran aserción que ha de representarse por medio de una sentencia de Ramsey modificada $I \in A_c(E)$ (en la versión primitiva en términos de núcleos expandidos) o $I \in A(N^*)$ (versión mejorada en términos de núcleos de elementos teóricos).

---

[3] Recuerdo al lector que la «eliminabilidad de Ramsey» en este sentido es un término que, ampliamente hablando, significa que el efecto de las ligaduras sobre las funciones teóricas puede reproducirse por medio de ligaduras sobre las funciones no-teóricas adecuadamente diseñadas. Esto, por supuesto, no debe confundirse con la posición de algunos filósofos según la cual adoptar el enfoque de Ramsey *es* un modo de eliminar los términos teóricos. Vid. Sneed, [47], pág. 49, págs. 52 y ss. y pág. 75.

[4] Para una breve explicación del problema al que se alude vid. [47], págs. 52 y ss. y [52], págs. 64 y ss.

[5] Vid. [62].

Esta vez el veredicto contra la concepción enunciativa es aún más fuerte que en el primer caso. Mientras $c.e._1$ es, al menos, lógicamente posible, *$c.e._2$ no es lógicamente posible si están involucrados términos teóricos*. En otras palabras, $c.e._2$ es falsa. Esta afirmación se basa también en un supuesto empírico, el de *que la concepción de Sneed de los términos teóricos es básicamente correcta*. La frase «básicamente correcta» significa que cada una de las teorías físicas $T$ no triviales contiene términos $T$-teóricos. (No importa si en el caso particular de la mecánica de partículas clásica Sneed está en lo cierto al decir que, además de *fuerza*, *masa* es también un término teórico.)

El tercer significado de «*c.no-e.*» era el de $c.no\text{-}e._{2,5}$. Este tenía que ver con el modo en cómo las leyes fundamentales o especiales 'entran' o se convierten en 'parte de' las aserciones empíricas. Es importante porque puede transformar lo aparentemente refutable en irrefutable ('noción sofisticada').

Los últimos significados son los de $c.e._3$ y $c.no\text{-}e_3$. La diferencia entre ambos marcha en paralelo con la existente entre $c.e._1$ y $c.no\text{-}e._1$ al nivel de la filosofía general de la ciencia. Ya que podemos *imaginar* que, al menos a nivel general, $c.e._1$ es practicable, la concepción enunciativa de las teorías tiene por primera vez una *oportunidad*. Qué enfoque se prefiera depende de los respectivos objetivos y problemas. Como puse de relieve en el capítulo 7, incluso a nivel general el enfoque estructuralista resulta en muchos casos más ventajoso que la concepción enunciativa$_3$. Las dos razones principales son las siguientes: primero, la mayor flexibilidad de $c.no\text{-}e._3$, que se pone de manifiesto en su capacidad de permitir más y mejores diferenciaciones al facilitar nuestra comprensión tanto de los aspectos estático-sistemáticos como dinámico-históricos; segundo, los hechos, estrechamente conectados con el primer punto, de que de ese modo se realizan más fácilmente transiciones espontáneas a *pragmatizaciones* y se abre el camino a una pragmática sistemática urgentemente necesitada[6].

Los filósofos aún no convencidos pueden quizá tranquilizarse con la siguiente observación: El método de las redes teóricas que reemplaza el procedimiento anterior de los núcleos expandidos (vid. capítulo 4), demuestra que el enfoque estructuralista y la concepción enunciativa, a diferencia de lo que pueda parecer *a primera vista*, no están muy lejos uno de otra. Pues una red teórica consta de miembros $\langle K', I' \rangle$ y con cada uno de esos miembros está asociada la hipótesis empírica $I' \in A(K')$. Lo que una teoría 'tiene que decir' en un momento histórico $t$ es sólo, básicamente, el resultado de 'poner juntas' todas esas aserciones particulares pertenecientes a la red teórica.

Al comienzo de esta sección mencioné que el gran número de detalles podía haber relegado a un segundo plano cosas importantes. Hay, incluso, una gran probabilidad de que mientras tanto el lector pueda haber olvidado lo que dije en la introducción acerca de los comentarios de Feyerabend. Querría insistir una vez más en que sus observaciones, sumamente competentes, me han inspirado el desarrollo de muchas de las nuevas ideas presentadas en el presente trabajo. Incluso aquellos pasajes en los que en mi opinión no está en lo cierto me fueron muy útiles, pues sus observaciones sobre mis exposiciones han sido un espejo en el que he podido descubrir los errores que había cometido en la organización y formulación de mis pensamientos. Si estas reflexiones han contribuido a una mayor clarificación, lo debo en gran medida a su crítica ingeniosa y penetrante.

Es una pena que no recibiera sus comentarios unos años antes. Podría haber escrito un libro mucho mejor que el que escribí.

Espero que, al escribir la presente sinopsis, haya tenido éxito no sólo en eliminar varias confusiones y llenar algunos vacíos, sino también en transmitir al lector las principales razones de mi optimismo con respecto a la perspectiva estructuralista. Pues este nuevo enfoque me parece un instrumento muy prometedor para la clarificación de distintas nociones muy comunes y, sin embargo, todavía sin explicar, así como para resolver un cierto número de problemas enigmáticos que han estado atormentando a la filosofía de la ciencia durante largo tiempo.

[6] Este aspecto ya ha sido señalado por Tuomela en [61].

# APENDICE FORMAL

Resumimos aquí las definiciones formales de los conceptos discutidos en el texto. Sólo se consideran aquellos conceptos que contribuyen al marco formal general de la construcción y descripción de teorías.

Se presupone una cierta familiaridad con la notación usual de la teoría de conjuntos. Se usan, además, las siguientes convenciones notacionales. $X \in \mathfrak{M}$ significa que $X$ no es un conjunto vacío. $\subseteq$ es el signo de la inclusión, $\subset$ de la inclusión propia. Las $n$-tenas se denotan por $\langle x_1, \ldots, x_n \rangle$, los productos cartesianos de dos conjuntos por $M \times N$. Si $R \subseteq M \times N$ es una relación, entonces su dominio es

$$D_{\mathrm{I}}(R) : = \{x | x \in M \wedge \vee y (\langle x, y \rangle \in R)\}$$

y su recorrido es

$$D_{\mathrm{II}}(R) : = \{y | y \in N \wedge \vee x (\langle x, y \rangle \in R)\} .$$

Si $R$ es una relación, $\breve{R}$ denota la relación inversa y se define por $\breve{R} : = \{\langle y, x \rangle | \langle x, y \rangle \in R\}$[1]. Escribimos $f: M \rightarrow N$ para indicar que $f$ es una función de $M$ en $N$ y $f: M \rightarrowtail N$ para indicar que $f$ es, además, una

[1] Más precisamente el *definiens* debería escribirse, por supuesto: $\{z | \vee x \vee y (z = \langle y, x \rangle \wedge \langle x, y \rangle \in R)\}$. Un «abuso lingüístico» similar aparecerá en las páginas siguientes.

biyección de $M$ sobre $N$. La unión de los conjuntos $x$ que tienen alguna propiedad común $A(x)$ se denota por $\cup\{x|A(x)\}$. (Esto corresponde al usual $\bigcup_{A(x)} x$.) $M \setminus N$ denota el conjunto diferencia $\{x \in M | x \notin N\}$. $\mathbb{N}$ es el conjunto de los enteros no negativos 0, 1, 2, ... Para $n \in \mathbb{N}$ y $M \in \mathfrak{M}$ definimos $\mathfrak{P}^n(M)$ recursivamente como: $\mathfrak{P}^0(M) := M$ y $\mathfrak{P}^{n+1}(M) := \mathbf{Po}(\mathfrak{P}^n(M))$, donde $\mathbf{Po}(M)$ es el conjunto potencia de $M$.

## Conceptos del capítulo 4

**D1** $\mathbf{X}$ es una *matriz $m + k$ si*
1) $\mathbf{X} \in \mathfrak{M}$;
2) $m, k \in \mathbb{N}$ y $0 < m$;
3) para todo $x \in X$ existen $n_1, \ldots, n_m$, $t_1, \ldots, t_k$ tales que $x = \langle n_1, \ldots, n_m, t_1, \ldots, t_k \rangle$.

Los $n_i$ se denominan *términos no-teóricos* y los $t_j$, *términos teóricos*. Un $n_i$ o un $t_j$ puede ser un conjunto 'real' o una relación o una función. Si, por ejemplo, $n_i$ es una función y hay alguna razón para mencionar explícitamente el dominio y el recorrido de $n_i$, se entiende que ambos son también componentes de $x$. [Este requisito no es necesario, pues siempre podemos, en principio, tratar una función $f$ como un conjunto de pares ordenados dados con su dominio $\mathbf{D}_\mathrm{I}(f)$ y su recorrido $\mathbf{D}_\mathrm{II}(f)$.]

**D2** $\mathbf{X}$ es un núcleo syss existen $M_p$, $M_{pp}$, $M$, $C$, $m$, y $k$ tales que
1) $X = \langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle$;
2) es una matriz $m + k$;
3) $M_{pp} = \{\langle n_1, \ldots, n_m \rangle | \vee t_1, \ldots, t_k (\langle n_1, \ldots, n_m, t_1, \ldots, t_k \rangle \in M_p)\}$;
4) $M \subseteq M_p$;
5) $C \subseteq \mathfrak{P}^1(M_p)^2$, $C \neq \emptyset, \emptyset \notin C$, $\vee x \in M_p (\{x\} \in C)$.

$\mathbf{M}_p$, $\mathbf{M}_{pp}$, $\mathbf{M}$ y $\mathbf{C}$ se denominan respectivamente los conjuntos de *modelos potenciales, modelos parciales potenciales, modelos y ligaduras*. Las ligaduras que satisfacen la condición,

$$\wedge X, Y (X \in C \wedge Y \subseteq X \rightarrow Y \in C),$$

se denominan *transitivas*.

**D3** Si $K = \langle M_p, M_{pp}, M, C \rangle$ es un núcleo, entonces
1) las funciones $r^i : \mathfrak{P}^i(M_p) \rightarrow \mathfrak{P}^i(M_{pp})$ se definen inductivamente para $i \in \mathbb{N}$ por $r^0(\langle n_1, \ldots, n_m, t_1, \ldots, t_k \rangle) := \langle n_1, \ldots, n_m \rangle$; $r^{i+1}(X) := \{r^i(Y) | Y \in X\}$ para $X \in \mathfrak{P}^{i+1}(M_p)$;
2) $\mathbb{A}(K) := r^2(\mathfrak{P}^1(M) \cap C)$.

[2] Debe observarse que $\mathfrak{P}^1$ es, por definición, lo mismo que **Po**.



Las $r^n$ son las funciones que cercenan los términos teóricos $t_1, \ldots, t_k$. $\mathbb{A}(\mathbf{K})$ se denomina el *contenido empírico* de $\mathbf{K}$.

**D4** $\mathbf{T}$ es un *elemento teórico* sólo si existen $\mathbf{K}$ e $\mathbf{I}$ tales que
1) $T = \langle K, I \rangle$;
2) $K$ es un núcleo.
3) $I \subseteq \mathfrak{P}^1(M_{pp})$.

$\mathbf{I}$ se denomina el *ámbito de aplicaciones propuestas*. A diferencia de las primeras formulaciones, los elementos de $I$ se tratan ahora como conjuntos de modelos parciales potenciales. Con ello se refleja la idea de que para un $x$ dado, cualquier sistema $y$ del mismo tipo de $x$ es también una aplicación propuesta. Así, se denominan aplicaciones las clases de modelos parciales potenciales del mismo tipo. Ello parece estar de acuerdo con el uso que hacen los físicos de la palabra «aplicación».

Para determinar $I$ debemos usar conceptos pragmáticos o conceptos que contengan, al menos, ese tipo de vaguedad que Wittgenstein llamó aire de familia («Familienähnlichkeit»).

**D5** Si $\mathbf{T} = \langle \mathbf{K}, \mathbf{I} \rangle$ es un elemento teórico, la *aserción empírica de* $\mathbf{T}$ es la sentencia $\mathbf{I} \subseteq \mathbb{A}(\mathbf{K})$.

**$\mathbf{T}_1$** Si $T = \langle K, I \rangle$, $X \subseteq \mathbb{A}(K)$, e $Y$ es tal que $\wedge y \in Y \vee x \in X (y \subseteq x)$ entonces $Y \subseteq \mathbb{A}(K)$.
Si $x \in M$ entonces $r^1(\{x\}) \in \mathbb{A}(K)$.

**D6** a) Si $K'$ y $K$ son núcleos entonces $K'$ es una *especialización de núcleo* de $K$ (en el sentido intuitivo) syss
1) $M'_{pp} = M_{pp} (M'_{pp} \subseteq M_{pp})$;
2) $M'_p = M_p (M'_p \subseteq M_p)$;
3) $M' \subseteq M$;
4) $C' \subseteq C$.

b) Si $\mathbf{T}'$ y $\mathbf{T}$ son elementos teóricos, entonces $\mathbf{T}'$ es una especialización de $\mathbf{T}$ (en sentido intuitivo) syss
1) $\mathbf{K}'$ es una especialización de núcleo de $\mathbf{K}$ (en sentido intuitivo;
2) $\mathbf{I}' \subseteq \mathbf{I}$.

La condición fundamental de **D6** es que $\mathbf{M}' \subseteq \mathbf{M}$, siendo el caso normal que $\mathbf{M}' \subset \mathbf{M}$. Esto refleja la idea de que una ley especial $\mathbf{M}'$, si se compara con la ley básica (o su conjunto de modelos) $\mathbf{M}$, admite sólo modelos especiales.

Se considera que las especializaciones en el sentido *intuitivo* operan del modo siguiente. En primer lugar, se eligen los subconjuntos $\mathbf{M}'_{pp}$ y $\mathbf{M}'_{p}$ (de los conjuntos originales $\mathbf{M}_{pp}$ y $\mathbf{M}_{p}$ respectivamente). $\mathbf{M}'_{pp}$ es el conjunto de posibles sistemas a los que puede aplicarse la ley especial. En segundo lugar, esa ley especial $\mathbf{M}'$ selecciona un subconjunto de $\mathbf{M}'_{p}$, el de aquellos modelos potenciales que han de satisfacer la ley especial.

Una *concepción* más *sofisticada* abandona la idea de que esté conectada con las leyes especiales una forma específica de restringir los $\mathbf{M}_{pp}$ correspondientes. $\mathbf{I}' \subset \mathbf{I}$ expresa la idea de que algunas aplicaciones propuestas de $\mathbf{T}$ ya no son aplicaciones propuestas de $\mathbf{T}'$; en otras palabras, se abandonan a la vista de la ley especial. En la concepción sofisticada $\mathbf{I}' \subseteq \mathbf{I}$ no se puede originar a partir de $\mathbf{M}'_{pp} \subset \mathbf{M}_{pp}$ haciendo $\mathbf{I}' = \mathbf{I} \cap \mathbf{M}'_{pp}$. Esto significa que, al menos parcialmente, la ley especial selecciona sus propias aplicaciones propuestas. Tal fenómeno se denomina *autodeterminación*. (Vid. [52], págs. 196 y ss.)

**$T_2$** *Si* $\mathbf{T}'$ es una especialización de $\mathbf{T}$ entonces $I' \subseteq I$, $\mathbb{A}(K') \subseteq \mathbb{A}(K)$, y si $I \in \mathbb{A}(K)$ entonces $I' \in \mathbb{A}(K)$.

**D7** Si $\mathbf{T}'$ y $\mathbf{T}$ son elementos teóricos, entonces $\mathbf{T}'$ es una *teorización* de $\mathbf{T}$ (o $\mathbf{T}$ es *presupuesto por* $\mathbf{T}'$) syss $\mathbf{M}'_{pp} \subseteq \mathbf{M}$.

**D8** $\mathbf{X}$ es una *red teórica* syss existen $\mathbf{N}$, $\leqq$ tales
1) $\mathbf{X} = \langle \mathbf{N}, \leqq \rangle$;
2) $\mathbf{N}$ es un conjunto finito de elementos teóricos;
3) $\leqq \subseteq \mathbf{N} \times \mathbf{N}$;
4) $\wedge T, T' \in N(T' \leqq T \leftrightarrow T''$ es una especialización de $\mathbf{T})$;
5) $\wedge \langle K, I \rangle, \langle K', I' \rangle \in N(I = I' \rightarrow K = K')$.

De acuerdo con **D8** una red teórica es un conjunto de elementos teóricos 'ordenados' por la relación de especialización. Tal ordenación tiene algunas precisas propiedades que justifican que se hable de redes (vid. $T_3$). **D8**-5) excluye el que uno y el mismo ámbito de aplicaciones propuestas de la red sea acogido por núcleos diferentes. Si, por ejemplo, tal cosa sucede históricamente con respecto a dos núcleos, o un núcleo es una especialización de núcleo del otro y se abandona el último o los dos núcleos no son comparables y es probable que se excluya de la teoría uno de los elementos.

**$T_3$** Si $\langle \mathbf{N}, \leqq \rangle$ es una red teórica, entonces $\langle \mathbf{N}, \leqq \rangle$ es una red, es decir, para todo $x, y, z \in \mathbf{N}$
1) $x \leqq x$;
2) $x \leqq y \wedge y \leqq z \rightarrow x \leqq z$;



3) $\sim \subseteq N \times N$, definido por $x \sim y \leftrightarrow x \leqq y \wedge y \leqq x$, es una relación de equivalencia.
4) $\sim$ es la identidad sobre $N$.

Este teorema nos dice que una red teórica $\langle \mathbf{N}, \leqq \rangle$ es, en efecto, un conjunto paror, es decir, un conjunto parcialmente ordenado por $\leqq$.

**D9** Sea $X = \langle N, \leqq \rangle$ una red teórica. Entonces
**a)** $\wedge T, T' \in N(T' \sim T \leftrightarrow T' \leqq T \wedge T \leqq T')$;
**b)** $\mathfrak{B}(X) := \{T \in N \mid \wedge T' \in N(T \leqq T' \rightarrow T \sim T')\}$;
**c)** $X$ *Es conexa* syss
$\wedge T, T' \in \mathfrak{B}(X) \vee T^* \in N(T^* \leqq T \wedge T^* \leqq T')$;
**d)** $X$ es una *red teórica de base singular* syss hay un $\langle K, I \rangle \in N$ tal que $\mathfrak{B}(X) = \{\langle K, I \rangle\}$.

Si $\mathbf{T}' \sim \mathbf{T}$, entonces $\mathbf{T}'$ y $\mathbf{T}$ se denominan *equivalentes*. Los elementos de $\mathfrak{B}(\mathbf{X})$ se llaman *básicos*.

**D10** Si $X = \langle N, \leqq \rangle$ y $X' = \langle N', \leqq' \rangle$ son redes teóricas, entonces $N$ es una *expansión (propia) de* $\mathbf{N}'$ [o un *refinamiento (propio) de* $\mathbf{N}'$] syss
1) $N' \subseteq N$ $(N' \subset N)$;
2) $\leqq' = \leqq \cap (N' \times N')$.

**D11** Si $X = \langle N, \leqq \rangle$ es una red teórica, *la aserción empírica de* $X$ es que $\wedge \langle K, I \rangle \in N(I \subseteq \mathbb{A}(K))$.

**$T_4$** Si $X = \langle N, \leqq \rangle$ y $X' = \langle N', \leqq' \rangle$ son redes teóricas, y $\mathbf{X}$ es un refinamiento de $\mathbf{X}'$, entonces la aserción empírica de $\mathbf{X}$ implica la aserción empírica de $\mathbf{X}'$, es decir,

$$\wedge \langle K, I \rangle \in N(I \subseteq \mathbb{A}(K)) \rightarrow \wedge \langle K, I \rangle \in N'(I \subseteq \mathbb{A}(K)).$$

## Conceptos del capítulo 5

Sólo con fines técnicos se aconsejan por sí mismas ligeras modificaciones de las definiciones dadas en el capítulo 4.

**D12** $X$ es un *elemento teórico pragmáticamente enriquecido* syss existen $T$, $SC$, $h$, y $F$ tales que
1) $X = \langle T, SC, h, F \rangle$;
2) $\mathbf{T}$ es un elemento teórico;

3) $SC$ es una comunidad científica;
4) $h$ es un intervalo histórico
5) $F \subseteq I$.

Los elementos de $F$ son aquellas aplicaciones propuestas reconocidas por todos los miembros de $SC$, es decir, las aplicaciones *en firme*.

**D13** $X = \langle |N|, \preccurlyeq \rangle$ es una *red teórica pragmáticamente enriquecida* (red p.e.) syss
1) $|N|$ es un conjunto finito de elementos pragmáticamente enriquecidos[3];
2) $\wedge \langle T, SC, h, F \rangle, \langle T', SC', h', F' \rangle \in |N| (SC = SC' \wedge h = h')$;
3) $\preccurlyeq \subseteq |N| \times |N|$;
4) $\wedge \langle T, SC, h, F \rangle, \langle T', SC', h', F' \rangle \in |N|$
$(\langle T, SC, h, F \rangle \leqq \langle T', SC', h', F' \rangle \leftrightarrow T$ es una especialización de $T')$.

**$T_5$** Toda red p.e. es una red en el sentido de **$T_3$**

Las redes p.e. representan la situación de hecho en momentos históricos particulares. Todos los elementos de una red tienen el mismo intervalo histórico como tercer componente y, en consecuencia, la misma comunidad científica como segundo componente.

**D14** Sea $H \in \mathfrak{M}$ finito y $\prec \subseteq H \times H$. Entonces
**a)** $\langle H, \prec \rangle$ es un *orden histórico* syss para todo $x, y, z \in H$: $\neg x \prec x$; $x \prec y \wedge y \prec z \rightarrow x \prec z$; $x \prec y \vee y \prec z$.
**b)** Si $\langle H, \prec \rangle$ es un orden histórico, entonces
$b_1$) $min(H) :=$ el único $h \in H$ tal que $\wedge y \in H (h \prec y \vee h = y)$;
$b_2$) para $h \in H$, $h \neq min(H)$,
$h-1 :=$ el único $h' \in H$ tal que
$h' \prec h \wedge \neg \vee x \in H (h' \prec x \wedge x \prec h)$.
**c)** Si $X$ es una red p.e., entonces $h(X) :=$ el único $h$ tal que $\wedge \langle T, SC, h', F \rangle \in |N| (h' = h)$.
**d)** Si $X$ es una red p.e., entonces
$d_1$) $SC(X) :=$ el único $SC$ tal que
$\wedge \langle T, SC', h, F \rangle \in |N| (SC' = SC)$;
$d_2$) $F(X) := \cup \{F \mid \vee T, SC, h (\langle T, SC, h, F \rangle \in |N|)\}$;
$d_3$) $A(X) := \cup \{I \backslash F \mid \vee K, SC, h (\langle \langle K, I \rangle, SC, h, F \rangle \in |N|)\}$;
$d_4$) Si $\mathcal{N}$ es un conjunto de redes p.e., entonces $H(\mathcal{N}) :=$
$= \{h(X) \mid X \in \mathcal{N}\}$.

[3] Siempre que en lo que sigue se denomine $X$ a una red o una red p.e., se entenderá siempre que $|N|$ es el primer miembro del par ordenado $X$.



**D14** contiene distintas definiciones auxiliares. Las condiciones de **D14-a)** son sólo los axiomas de un orden lineal (para un $H$ finito). El nombre de "orden histórico" indica que en el presente contexto se entiende que los intervalos de tiempo históricos están efectivamente ordenados linealmente por la relación 'antes-después' y se ignora la posibilidad de un solapamiento de intervalos.

Todo orden lineal finito $\langle H, \prec \rangle$ tiene un 'primer' elemento o elemento 'mínimo' $min(H)$, y cada $h \in H$, diferente del primer elemento, tiene un único 'predecesor' $h-1$ con respecto a $\prec$ **(D14-b)**.

En una red p.e. **X** el intervalo histórico y la comunidad científica son los mismos para todos los elementos de la red. Por consiguiente, se denotan unívocamente por **h(X)** y **SC(X)**. Si tenemos varias redes p.e., los intervalos históricos correspondientes se agrupan en el conjunto **H($\mathcal{N}$)**. Los elementos de **F(X)** se denominan *aplicaciones en firme* y los elementos de **A(X)** se llaman aplicaciones *admitidas* (**D14 d**), $d_2$) y $d_3$)). Nótese que **F(X)** y **A(X)** son conjuntos de modelos parciales potenciales!

**D15** $E$ es una *evolución teórica* syss existen $\mathcal{N}$, $\prec$ tales que
1) $E = \langle \mathcal{N}, \prec \rangle$;
2) $\mathcal{N}$ es un conjunto finito de redes p.e.;
3) $\langle H(\mathcal{N}), \prec \rangle$ es un orden histórico;
4) $\wedge X \in \mathcal{N} \wedge \langle T, SC, h, F \rangle \in |N|$
$[h \neq \min(H(\mathcal{N})) \rightarrow \vee X' \in \mathcal{N} (h(X') = h-1$
$\vee \langle T', SC', h', F' \rangle \in |N'|$,
por lo que $T$ es una especialización de $T')]$.

El concepto de evolución teórica puede usarse para describir el desarrollo de las teorías en el tiempo. Consiste esencialmente en una sucesión de redes p.e., cada una de las cuales representa una descripción instantánea de la situación científica en un cierto intervalo histórico. **D15-4)** dice que en cada intervalo histórico, diferente del primero, todo elemento teórico es una especialización de algún elemento teórico perteneciente al intervalo histórico inmediatamente anterior. Ello no significa necesariamente que la red en el momento $h$ tenga más elementos que la red en el momento $h-1$. Lo que sí excluya **D15-4)** es que se introduzcan en $h$ nuevos elementos teóricos que no concuerden con la situación previa, es decir, que no sean especializaciones de elementos teóricos previos.

**D16** Si $E = \langle \mathcal{N}, \prec \rangle$ es una evolución teórica, entonces
**a)** **E** es *progresiva* syss
$\wedge X, X' \in \mathcal{N} (h(X) \prec h(X') \rightarrow F(X) \subseteq F(X'))$;

**b)** **E** es *perfecta* syss
1) $E$ es progresiva;
2) $\wedge X \in \mathcal{N} \vee X' \in \mathcal{N}[h(X) \prec h(X') \wedge (A(X) = \emptyset \vee A(X) \subseteq F(X'))]$.

Si consideramos **F(X)** como el conjunto de aquellas aplicaciones que aparezcan en la red **X** y son reconocidas en $h$**(X)** por todos los miembros de la comunidad científica, la *progresividad* de $E$ significa que el número de tales aplicaciones comúnmente reconocidas se incrementa con el tiempo. Si, además, todas las aplicaciones admitidas de **X** en el momento $h$**(X)** aparecen en algún momento posterior como elementos de **F(X′)**, es decir, como aplicaciones en firme, con $h(\mathbf{X}) \prec h(\mathbf{X}')$, entonces **E** se denomina *perfecta*. Por lo que sabemos, no hay ejemplos reales de evoluciones teóricas perfectas. Por otra parte, ahora se ha puesto en claro que el desarrollo de la mecánica newtoniana ofrece un ejemplo de evolución teórica progresiva.

## Conceptos del capítulo 6

**D17** Sea $E = \langle \mathcal{N}, \prec \rangle$ una evolución teórica $h$, $h' \in H(\mathcal{N})$ tales que $h = h' - 1$ y $X, X' \in \mathcal{N}$ con $h(X) = h, h(X') = h'$.

**a)** **E** *progresa teóricamente en* $h$ syss

$$\vee \langle \langle K, I \rangle, SC, h, F \rangle \in |N| \vee K' \vee F'$$

$$(F' \subseteq F \wedge \langle K', I \rangle \text{ es una especialización de } \langle K, I \rangle$$
$$\wedge |N'| = |N| \cup \{\langle K', I, SC, h', F' \rangle\}).$$

**b)** *E progresa aplicativamente en* $h$ syss

$$\vee \langle \langle K, I \rangle, SC, h, F \rangle \in |N| \vee I' \vee F'$$
$$\cdot (I \subset I' \wedge F \subseteq F' \wedge |N'| = |N| \cup \{\langle \langle K, I' \rangle, SC, h', F' \rangle\}).$$

**c)** *E progresa confirmatoriamente en* $h$ syss

$$\vee \langle K, I, SC, h, F \rangle \in |N| \vee F'(F \subset F' \wedge |N'| = |N| \cup \{\langle \langle K, I \rangle, SC, h', F' \rangle\}).$$

**D17** es un intento de usar nuestro formalismo para diferenciar distintos conceptos de progreso. En consecuencia, sólo se consideran dos intervalos históricos sucesivos ya que difícilmente encontraremos ejemplos de evoluciones teóricas que progresen durante todo el tiempo en *una sola* de esas formas.

El *progreso teórico* se caracteriza por un crecimiento del número de



elementos teóricos en una forma tal que el nuevo elemento teórico se origina como especialización de núcleo de un elemento ya disponible, mientras las aplicaciones propuestas no cambian. (Por supuesto, se puede liberalizar **D17-a)** permitiendo que $|\mathbf{N}'|$ conste de $|\mathbf{N}|$ más varias especializaciones nuevas en lugar de una sola.) Si el aparato teórico se especializa, no podemos estar seguros de que todas las aplicaciones en firme continúen siéndolo con respecto al nuevo aparato. Tal es la razón por la que la definición contiene la cláusula adicional $\mathbf{F}' \subseteq \mathbf{F}$.

El progreso con respecto a la aplicación, que puede denominarse *progreso empírico*, significa que se amplía el conjunto de aplicaciones propuestas, en posible combinación con un crecimiento simultáneo de las aplicaciones en firme y mientras queda inalterado el núcleo.

Finalmente, el *progreso con respecto a la confirmación* se explica como un incremento de las aplicaciones en firme. En este tipo de casos no cambian ni los núcleos ni las aplicaciones propuestas.

**D18** Sean $Q, Q' \in \mathfrak{M}$ y $T = \langle M_p, M_{pp}, M, C, I \rangle$, $T' = \langle M'_p, M'_{pp}, M', C', I' \rangle$ elementos teóricos[4].

**a)** $R$ *hace corresponder reductivamente* $Q'$ *con* $Q$ ($rd(R, Q', Q)$) syss:

1) $R \subseteq Q' \times Q$;

2) $D_1(R) = Q'$;

3) $\breve{R} : D_{II}(R) \rightarrow Q'$.

**b)** Si $rd(R, Q', Q)$ entonces

$$\breve{R} := \{\langle X, Y \rangle \in \mathfrak{P}^1(Q') \times \mathfrak{P}^1(Q) | \vee c : X \leftrightarrow Y \wedge \wedge x \in X(\langle x, c(x) \rangle \in R)\}.$$

**c)** Si $R \subseteq M'_p \times M_p$ entonces

$$\hat{R} := \{\langle x', x \rangle \in M'_{pp} \times M_{pp} | \vee \langle y', y \rangle \in R(x' = r^0(y')) \wedge x = r^0(y))\} \quad \text{(comp. D3-1)}.$$

**d)** $R$ reduce $T'$ a $T$ syss:

1) $rd(R, M'_{pp}, M_{pp})$;

[4] Para simplificar, los elementos teóricos se representan aquí formalmente como quintetos. En cualquier caso una definición formal adecuada de las $n$-tenas las representaría de esa forma.

2) $\wedge \langle X', X\rangle \in \mathfrak{P}^1(M'_{pp}) \times \mathfrak{P}^1(M_{pp})(X \subseteq \mathbb{A}(K) \wedge$
$X' \in \mathfrak{M} \wedge \langle X', X\rangle \in \tilde{R} \rightarrow X' \subseteq \mathbb{A}(K'))$;

3) $\wedge x' \wedge X'(x' \in X' \wedge X' \in I' \rightarrow \vee X \vee$
$x(x \in X \wedge X \in I \wedge \langle x', x\rangle \in R))$

**e)** $R$ reduce fuertemente $T'$ a $T$ syss

1) $rd(R, M'_p, M_p)$ y $rd(\hat{R}, M'_{pp}, M_{pp})$;

2) $\wedge \langle Y', Y\rangle \in \mathfrak{P}^1(M'_p) \times \mathfrak{P}^1(M_p)(Y \in \mathfrak{P}^1(M) \cap C$
$\wedge Y' \in \mathfrak{M} \wedge \langle Y', Y\rangle \in \tilde{R} \rightarrow Y' \in \mathfrak{P}^1(M') \cap C')$;

3) $\wedge \langle x', x\rangle \in \hat{R} \wedge y \in M(x = r^0(y) \rightarrow \vee y' \in M'$
$(\langle y', y\rangle \in R \wedge r^0(y') = x'))$;

4) $\wedge x' \wedge X'(x' \in X' \wedge X' \in I' \rightarrow \vee x \vee X$
$(x \in X \wedge X \in I \wedge \langle x', x\rangle \in \hat{R}))$

**f)** $T'$ *se reduce a* $T$ syss hay una $R$ que reduce $T'$ a $T$.

**g)** $T'$ *se reduce fuertemente* a $T$ syss hay una $R$ que reduce fuertemente $T'$ a $T$.

**h)** Si $X = \langle |N|, \leqq\rangle$ y $X' = \langle |N'|, \leqq'\rangle$ son redes teóricas con $\mathfrak{B}(X) = \{T\}$ y $\mathfrak{B}(X') = \{T'\}$ entonces $R$ *reduce (fuertemente)* $X'$ a $X$ syss

1) $R$ reduce (fuertemente) $T'$ a $T$;
2) $\wedge T_1 \in |N'| \vee T_2 \in |N|$ [$R$ *reduce (fuertemente)* $T_1$ a $T_2$].

**D18** resume el formalismo para el tratamiento de la reducción. Si $R$ hace corresponder reductivamente $Q'$ con $Q$, decimos también que $R$ es una *relación de reducción*. Eso significa que cada elemento de $Q'$ tiene asociado vía $R$ uno o más elementos de $Q$ y que, además, la relación conversa $\tilde{R}$ es una función (**D18-a**). **D18-b**) «transporta» la relación de reducción $R$ al nivel de los conjuntos potencia. Para restringir las posibles extensiones se exige que tanto el conjunto $X$ como el $Y$ que están en la relación $\tilde{R}$ tengan la misma cardinalidad. Eso excluye algunos resultados no deseados. **D18-c**) «proyecta» una relación de reducción sobre el nivel no-teórico desde el teórico. **D18-d**) y **D18-e**) caracterizan respectivamente la reducción a nivel no-teórico y teórico. La principal diferencia estriba en que en **D18-d**) la relación de reducción original $R$ opera en el nivel de los modelos parciales potenciales, mientras en **D18-e**) opera en el de los



$\mathbf{M}_p$. En ambos casos la condición 2) dice que las leyes de la teoría reducida $\mathbf{T}'$ se siguen de las leyes de la teoría reductora $\mathbf{T}$[5]. **D18-d3**) y **D18-e4**) expresan que a cada una de las aplicaciones propuestas de la teoría reducida $\mathbf{T}'$ le corresponde, vía $\mathbf{R}$, alguna aplicación propuesta de la teoría reductora. En otras palabras, todas las aplicaciones 'explicadas' por la teoría reducida son 'explicadas' por la teoría reductora en forma de aplicaciones que se corresponden con ellas. En **D18-e**) se requiere, además, que $\hat{\mathbf{R}}$ haga corresponder reductivamente $\mathbf{M}'_{pp}$ con $\mathbf{M}_{pp}$. Ello, junto con **D18-e3**), garantiza que una reducción fuerte de $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$ por $\mathbf{R}$ implique una reducción de $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$ por $\hat{\mathbf{R}}$.

$\mathbf{T}_6$ Si $\mathbf{R}$ reduce fuertemente $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$, entonces $\hat{\mathbf{R}}$ reduce $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$.

Puede demostrarse que la relación de reducción entre dos elementos teóricos se extiende a las redes teóricas, supuesto que, en primer lugar, las redes 'cuenten' con esos dos elementos teóricos respectivamente y, en segundo lugar, se admita por la parte reducida una red arbitraria.

$\mathbf{T}_7$ Si $\mathbf{T}'$ y $\mathbf{T}$ son elementos teóricos y $\mathbf{R}$ reduce (fuertemente) $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$, entonces para todas las especializaciones $\mathbf{T}_1$ de $\mathbf{T}'$ hay una especialización $\mathbf{T}_2$ de $\mathbf{T}$ tal que $\mathbf{R}$ reduce (fuertemente) $\mathbf{T}_1$ a $\mathbf{T}_2$.

$\mathbf{T}_8$ Si $\mathbf{X}'$ es una red teórica basada en $\mathbf{T}'$ y $\mathbf{R}$ reduce (fuertemente) $\mathbf{T}'$ a $\mathbf{T}$, existe una red teórica $\mathbf{X}$ basada en $\mathbf{T}$ tal que $\mathbf{R}$ reduce (fuertemente) $\mathbf{X}'$ a $\mathbf{X}$ en el sentido de **D18-h**).

Si, por otra parte, se dan desde el principio $\mathbf{X}$ y $\mathbf{X}'$, entonces una reducción dada entre los elementos básicos no puede ampliarse automáticamente a una reducción que valga entre las redes tomadas en su totalidad.

Merece la pena mencionar que las tres relaciones interteóricas descritas: *especialización, teorización* (presuposición) y *reducción*, son lógicamente independientes.

$\mathbf{T}_9$ Si $\alpha$ y $\beta$ son dos relaciones distintas pertenecientes al conjunto { especialización, teorización, reducción}, existen elementos teóricos $\mathbf{T}$ y $\mathbf{T}'$ tales que $\mathbf{T}\alpha\mathbf{T}'$ y ni $\mathbf{T}\beta\mathbf{T}'$ ni $\mathbf{T}'\ \beta\mathbf{T}$.

## Conceptos del capítulo 9

**D19** Si $E = \langle \mathcal{V}, \prec\rangle$ es una evolución teórica, entonces $X$ es un *paradigma* para $E$ syss existen $K_0$, y $I_0$ tales que

1) $X = \langle K_0, I_0\rangle$ es un elemento teórico
2) $\wedge Y \in \mathcal{V} \wedge \langle K, I, SC, h, F\rangle \in |N|$[6]:

[5] Para simplificar, dentro del presente contexto intuitivo usamos la palabra «teoría» en vez de «elemento teórico».

[6] Esta vez, $|N|$ es, por supuesto, el primer miembro de $Y$.

2.1) **K** es una especialización de núcleo de $\mathbf{K_0}$;
2.2) $\wedge x \in I \vee y \in I_0$ ($y \subseteq x \wedge SC$ reconoce que $y$ es un subconjunto paradigmático de $x$).

**D19** permite 'construir' para una evolución teórica dada un paradigma **X** como una clase de 'entidad teórica'. Es innecesario mencionar a los fundadores de la teoría en conexión con el paradigma. ¡Ni siquiera es necesario que **X** sea un elemento teórico que aparezca en una de las redes de **E**! Antes bien, para una **E** dada **X** se construye hallando un $\mathbf{K_0}$, lo bastante general como para tener como especializaciones todos los núcleos de las redes de **E**, y acumulando en un conjunto $\mathbf{I_0}$ aplicaciones propuestas adecuadas de los elementos teóricos de **E**. **D19-2.2) prohíbe la** construcción de un paradigma de una manera puramente formal.

**D20** *E* es una *evolución teórica kuhniana* syss:
1) **E** es una evolución teórica
2) $\vee \langle K_0, I_0 \rangle$ ($\langle K_0, I_0 \rangle$ es un paradigma para **E**).

# BIBLIOGRAFIA


1. Adams, E. W., Axiomatic foundations of rigid body mechanics, tesis no publicada, Universidad de Stanford, 1955.
2. Adams, E. W., The foundations of rigid body mechanics and the derivation of its laws from those of particle mechanics, en: Henkin, L., Suppes P. y Tarski A. (eds.), *The Axiomatic Method*, Amsterdam 1959, págs. 250-265.
3. Balzer, W., *Empirische Geometrie una Raum-Zeit-Theorie in mengentheoretischer Darstellung*, Kronberg 1978.
4. Balzer, W., y Sneed, J. D., Generalized net structures of empirical theories, Parte I, *Studia Logica, 36:* 195-211 (1977), Parte II, *Studia Logica, 37:* 167-194 (1978).
5. Balzer, W., Incommensurability and reduction, en Niniluoto, I. y Tuomela, R. (eds.): *The Logic and Epistemology of Scientific Change*, (Acta Philosophica Fennica), North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1979.
6. Bressan, A., *A General Interpreted Modal Calculus*, New Haven - Londres 1972.
7. Cohen, L. J., Is the progress of science evolutionary? *The British Journal for the Philosophy of Science, 24:* 41-61 (1973).
8. Duhem, P., *The Aim and Structure of Physical Theory*, Nueva York 1962.
9. Feyerabend, P. K., Explanation, reduction, and empiricism, en: Feigl, H. y G. Maxwell (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III, 1962, págs. 28-97.
10. Feyerabend, P. K., Problems of Empiricism, Parte I, en: Colodny, R. G. (ed.), *Beyond the Edge of Certainty*, Englewood Cliffs, 1965, págs. 145-260.
11. Feyerabend, P. K., Problems of empirism, Parte II, en: Colodny, R. G. (ed.), *The Nature and Function of Scientific Theory*, Pittsburg 1969, págs. 275-353.
12. Feyerabend, P. K., Against Method, en: Radner, N. y S. Winokur (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. IV, 1970, págs. 17-130. (Hay traducción española de Francisco Hernán, *Contra el método*, Ed. Ariel, Barcelona, 1974.)
13. Feyerabend, P. K., Changing patterns of reconstruction, *The British Journal for the Philosophy of Science, 28:* 351-369 (1977).

14. Field, H., Tarski's theory of truth, *The Journal of Philosophy, 69:* 347-375 (1972).
15. Gärdenfors, P., A pragmatic theory of explanation, Working Paper, Lund 1976.
16. Girill, T. R., Review of I. Lakatos and A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge, Metaphilosophy, 4:* 246-260 (1973).
16 a. Grünbaum, A., The duhemian argument, en: Harding, S. G. (ed.), *Can Theories be Refuted?* Dordrecht, 1976, págs. 116-131.
17. Hempel, C. G., Maximal specificity and lawlikeness in probabilistic explanation, *Philosophy of Science 35:* 116-133 (1968).
18. Heidelberger, M., *Der Wandel der Elektrizitätslehre zu Ohms Zeit,* tesis, Munich 1978.
19. Krantz, D. H., Luce, R.D., Suppes, P. y A. Tversky, *Foundations of Measurement,* Vol. I, Nueva York - Londres 1971.
20. Kuhn, T. S., *The Structure of Scientific Revolutions,* 2.ª ed. Chicago 1970. (Hay traducción española de Agustín Contín, *La estructura de las revoluciones científicas,* Fondo de Cultura Económica, México, 1971).
21. Kuhn, T. S., Second thoughts on paradigms, en: Suppe, F. (ed.) *The Structure of Scientific Theories,* 2.ª ed. Urbana 1977, págs. 459-482. (Hay traducción española de Diego Ribes, *Segundos pensamientos sobre paradigmas,* Ed. Tecnos, Madrid, 1978; también aparece con el título de *Segundas reflexiones acerca de los paradigmas* en versión española de Pilar Castrillo y Eloy Rada en Suppe, F. (ed.): *La estructura de las teorías científicas,* Editora Nacional, Madrid, 1979.
22. Kuhn, T. S., Theory-change as structure-change: comments on the Sneed formalism, *Erkenntnis, 10:* 179-199 (1976). (Hay traducción española de J. Daniel Quesada, El cambio de teoría ıcambio ıde estructura: comentarios sobre el formalismo de J. D. Sneed, en *Teorema,* VII, 1977, págs. 141-165.)
23. Lakatos, I., Falsification and the methodology of scientific research programmes, en Lakatos, I. y Musgrave, A. (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge,* Cambridge, 1970, págs. 91-195. (Hay traducción española de Francisco Hernán: La falsación y la metodología de los programas de investigación científica, en *La crítica y el desarrollo del conocimiento científico,* con introducción de Javier Muguerza, Ed. Grijalbo, Barcelona, 1975.)
24. Lakatos, I., History of science and its rational reconstruction, en *Boston Studies in the Philosophy of Science,* Vol. VIII, págs. 91-136 (1972). (Hay traducción española de Diego Ribes Nicolás, *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales,* Ed. Tecnos, Madrid, 1974.)
25. Losee, J., Limitations of an evolutionist philosophy of science, *Studies in History and Philosophy of Science, 8:* 349-352 (1977).
26. Ludwig, G., *Deutung des Begriffs «Physikalische Theorie» und Grundlegung der Hilbertraumstruktur der Quantenmechanik durch Hauptsätze des Messens,* Berlin - Heidelberg - Nueva York 1970.
27. Mayr, D., Investigations of the concept of reduction, Parte I, *Erkenntnis, 10:* 275-294 (1976); Parte II, próxima aparición en *Erkenntnis.*
28. Mc Kinsey, J. C. C., Sugar, A. C., y Suppes, P., Axiomatic foundations of classical particle mechanics, *Journal of Rational Mechanics and Analysis, 2:* 253-272 (1953).
28 a. Montague, R., Deterministic theories, en: Thomason, R. H., *Formal Philosophy. Selected Papers of Richard Montague,* New Haven - Londres 1974, cap. 11, págs. 303-359.
29. Moulines, C.-U., *Zur logischen Rekonstruktion der Thermodynamik,* tesis, Munich 1975.
30. Moulines, C.-U., A logical reconstruction of simple equilibrium thermodynamics, *Erkenntnis, 9:* 101-130 (1975).
31. Moulines, C.-U., Approximate application of empirical theories: a general explication, *Erkenntnis, 10:* 201-277 (1976).
32. Moulines, C.-U., Theory-nets and the dynamics of theories: the example of Newtonian mechanics, *Synthese,* 41, (1979), págs. 417-439.



33. Moulines, C.-U. y Sneed, J. D., Patrick Suppes' philosophy of physics, en: Radu J. Bogdan (ed.), *Patrick Suppes,* Dordrecht 1979.
34. Putnam, H., An examination of Grünbaum's philosophy of geometry, en Putnam, H., *Philosophical Papers,* Vol. I, Cambridge 1975, págs. 93-129.
35. Putnam, H., The refutation of conventionalism, en: Putnam, H., *Philosophical Papers,* Vol. II, Cambridge 1975, págs. 153-191.
36. Putnam, H., Explanation and reference, en: Putnam, H., *Philosophical Papers,* Vol. II, págs. 196-214.
37. Putnam, H., The meaning of 'meaning', en: Putnam, H., *Philosophical Papers,* Vol. II, págs. 215-271.
38. Putnam, H., Language and reality, en: Putnam, H., *Philosophical Papers,* Vol. II, págs. 272-290.
39. Quine, W. V., *Word and Object,* Nueva York 1960. (Hay traducción española de Manuel Sacristán, *Palabra y objeto,* Ed. Labor, Barcelona, 1968.)
40. Quine, W. V., *Ontological Relativity and Other Essays,* Nueva York 1969. (Hay traducción española de Manuel Garrido y Josep Ll. Blasco, *La relatividad ontológica y otros ensayos,* Ed. Tecnos, Madrid, 1974.)
41. Quine, W. V., On the reasons for indeterminacy of translation, *The Journal of Philosophy, 67:* 179-183 (1970).
42. Quine, W. V., *The Roots of Reference,* La Salle 1973.
43. Quine, W. V., On Popper's negative methodology, en Schilpp, P. A. (ed.), *The Philosophy of Karl Popper,* Vol. I, La Salle 1974, págs. 218-220.
44. Salmon, W. C., *Statistical Explanation and Statistical Relevance,* Pittsburgh 1970.
45. Shapere, D., Towards a post-positivistic interpretation of science, en: Achinstein, P. y Barker, S. (eds.), *The Legacy of Logical Positivism,* Baltimore 1969, págs. 115-160.
46. Sklar, L., *Space, Time, and Space-Time,* Berkeley, 2.ª ed. 1976.
47. Sneed, J. D., *The Logical Structure of Mathematical Physics,* Dordrecht 1971.
48. Sneed, J. D., Philosophical problems in the empirical science of science: a formal approach, *Erkenntnis, 10:* 115-146 (1976). (Hay traducción española, de los dos primeros parágrafos, de J. García Raffi bajo el título de Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la ciencia: una aproximación formal, en *Teorema,* VII, 1977, págs. 315-322.)
49. Sneed, J. D., Invariance principles and theoretization, próxima aparición en Acta Philosophica Fennica.
Sneed y Balzer, vid. Balzer. Sneed y Moulines, vid. Moulines.
49 a. Stegmüller, W., *Theorie und Erfahrung,* Berlín-Heidelberg-Nueva York, Parte I, 1970, parte II, 1973. (Hay traducción española de la parte I, de C. Ulises Moulines, *Teoría y experiencia,* Ed. Ariel, Barcelona, 1979.)
50. Stegmüller, W., Theoriendynamik und logisches Verständnis, en: Diederich W. (ed.), *Theorien der Wissenschaftsgeschichte,* Francfort 1974, págs. 167-209.
51. Stegmüller, W., Structures and dynamics of theories: some reflections on J. D. Sneed and T. S. Kuhn, *Erkenntnis, 9: 75-100 (1975).*
51 a. Stegmüller, W. *Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit,* Berlín-Heidelberg-Nueva York 1973.
52. Stegmüller, W., *The Structure and Dynamics of Theories,* Nueva York-Heidelberg-Berlín 1976 (edición alemana 1973).
53. Stegmüller, W., Accidental ('non-substantial') theory change and theory dislodgement: to what extent logic can contribute to a better understanding of certain phenomena in the dynamics of theories, *Erkenntnis, 10:* 147-178 (1976).
54. Stegmüller, W., A combined approach to the dynamics of theories, *Theory and Decision, 9:* 39-75 (1978).
55. Stegmüller, W., Wissenschaft als Sprachspiel, en: *Wittgenstein and His Impact on Contemporary Thought-Proceedings of the 2nd International Wittgenstein Symposium,* Kirchberg (Austria), Viena 1978, págs. 205-216.

56. Stegmüller, W., The structuralist view: survey, recent developments, and answers to criticisms, en Niniluoto, I. y Tuomela, R. (eds.): *The Logic and Epistemology of scientific change*, (Acta Philosophica Fennica) North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1979.
56 a. Stegmüller, W., *Neue Wege der Wissenschaftsphilosophie*, Berlin-Heidelberg-Nueva York 1979 o 1980.
57. Suppes, P., Probability concepts in quantum mechanics, *Philosophy of Science 28:* 278-289 (1961).
58. Suppes, P., Logics appropriate to empirical theories, en: Addison, J. W., Henkin, L. y Tarski, A. (eds.), *The Theory of Models*, Amsterdam 1965, págs. 364-370.
59. Suppes, P., *Studies in the Methodology and Foundations of Science*, Dordrecht 1969.
60. Suppes, P., *Set-theoretical structures in Science*, (imp. en mimeógrafo), Stanford 1970.
61. Tuomela, R., On the structuralist approach to the dynamics of theories, *Synthese, 39:* 211-231 (1978).
62. Van Fraassen, B. C., On the extension of Beth's semantics of physical theories, *Philosophy of Science, 37:* 325-339 (1970).

Alianza Universidad

Volúmenes publicados

146 M. A. Utton: **La concentración industrial**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

147 Ray Hemmings: **Cincuenta años de libertad: las ideas de A. S. Neill y la escuela de Summerhill**

148 G. K. Helleiner: **Comercio internacional y desarrollo económico**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

149 Daniel Bell: **El advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de prognosis social**

150 Walter L. Wallace: **La lógica de la ciencia en la sociología**

151 E. H. Carr: **Historia de la Rusia Soviética. El socialismo en un solo país (1924-1926). 3. Las relaciones exteriores. 1. La Unión Soviética y Occidente**

152 E. H. Carr: **Historia de la Rusia Soviética. El socialismo en un solo país (1924-1926). 3. Las relaciones exteriores. 2. La Unión Soviética y Oriente. La estructura de la Comintern**

153 J. M. Thomson: **Teoría económica del transporte**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

154 Amartya K. Sen: **Elección colectiva y bienestar social**

155 Ignace J. Gelb: **Historia de la escritura**

156 C. H. Waddington y otros: **Hacia una biología teórica**

157 Nathan Wachtel: **Los vencidos. Los indios del Perú frente a la conquista española (1530-1570)**

158 Michael A. Arbib: **Cerebros, máquinas y matemáticas**

159 Kenneth F. Wallis: **Introducción a la econometría**

160 B. Rusell, Max Black, Wesley C. Salmon y otros: **La justificación del razonamiento inductivo.** Introducción y selección de Richard Swinburne

161 Arun Bose: **Economía política marxiana y postmarxiana**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

162 Arthur Mitzman: **La jaula de hierro. Una interpretación histórica de Max Weber**

163 H. A. John Green: **La teoría del consumo**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

164 Eugen Fink: **La filosofía de Nietzsche**

165 John Losee: **Introducción histórica a la filosofía de la ciencia**

166 **Semántica y sintaxis en la lingüística transformatoria, 2.** Compilación de Víctor Sánchez de Zavala

167 168 John Hospers: **Introducción al análisis filosófico**

169 Kenneth E. Boulding: **La economía del amor y del temor**

170 Manuel Medina: **Las organizaciones internacionales**

171 H. Myint: **La economía del Sudeste asiático**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*

172 Robert H. Lowie: **Religiones primitivas**

173 Harry W. Richardson: **Política y planificación del desarrollo regional en España**

174 **Antología de la literatura española de los siglos XI al XVI.** Selección y notas de Germán Bleiberg

175 Titus Burckhardt: **La civilización hispano-árabe**

176 I. Eibl-Eibesfeldt: **El hombre preprogramado. Lo hereditario como factor determinante en el comportamiento humano**

177 Norwood Russell Hanson: **Patrones de descubrimiento. Observación y explicación: Guía de la filosofía de la ciencia**

178 Bryan Carsberg: **Teoría económica de las decisiones empresariales**
*Curso de Economía Moderna*
*Penguin/Alianza*